

Г5-60

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации
3.269.080 ТО

Часть I

В / О «МАШПРИБОРИНТОРГ»

СССР

МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Введение	5
2. Назначение	5
3. Технические данные	5
4. Состав изделия	II
5. Устройство и работа генератора	I2
5.1. Принцип действия генератора	I2
5.2. Схема электрическая принципиальная генератора	I6
5.2.1. Коммутационные платы К4 и К5	I7
5.2.2. Атенкаторы	I7
5.3. Конструкция генератора	I7
6. Устройство и работа составных частей генератора	I8
6.1. Принцип действия формирователя Ф02	I8
6.1.1. Генератор кварцевый	23
6.1.2. Формирователь ФI7	24
6.1.3. Делитель частоты Д4	25
6.1.4. Делители частоты Д5 и Д5-1	30
6.1.5. Формирователь Ф9	33
6.1.6. Формирователь Ф8	36
6.1.7. Формирователь длительности (Ф4 и ДI-2)	37
6.2. Принцип действия формирователя ФВ3	4I
6.2.1. Формирователь ФI8	43
6.2.2. Формирователь ФI6	44
6.2.3. Схема регулировки амплитуды основных импульсов (стабилизаторы С5, С7, С8-1)	47
6.2.4. Стабилизатор С6	49
6.3. Блок питания	50
7. Маркирование и пломбирование	5I
8. Общие указания по эксплуатации	52
9. Указания мер безопасности	52
10. Подготовка к работе	53
II. Порядок работы	53
II.1. Расположение органов управления	53

	Стр.
II.2. Проведение измерений	55
II.3. Дистанционное управление прибором	59
I2. Характерные неисправности и методы их устранения	59
I3. Поверка прибора	6I
I3.1. Операция поверки	6I
I3.2. Средства поверки	66
I3.3. Условия поверки	66
I3.4. Проведение поверки	67
I3.4.1. Внешний осмотр	67
I3.4.2. Определение метрологических параметров	69
I4. Правила хранения	78
I5. Транспортирование	79
I5.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	79
I5.2. Условия транспортирования	80
Приложения	
Приложение I. Намоточные данные трансформатора	80
Приложение 2. Таблицы напряжений на выводах транзисторов в кассетах генератора Г5-60	8I
Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах формирователя Ф02	8I
Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах формирователя ФВ3	83
Таблица напряжений в контрольных точках	87
Приложение 3. Таблица напряжений на выводах и выходах узлов, выполненных на микросхемах	88
Приложение 4. Параметры сигналов дистанционного управления	89
Приложение 5. План размещения основных электрических элементов генератора импульсов Г5-60	93
Приложение 6. План размещения основных электрических элементов платы коммутационной К4	93
Приложение 7. План размещения основных электрических элементов платы коммутационной К5	94
Приложение 8. План размещения основных электрических элементов формирователя ФI7	94
Приложение 9. План размещения основных электрических элементов делителя частоты Д4	95
Приложение 10. План размещения основных электрических элементов делителя Д5 и Д5-1	95

Приложение II. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф9	96
Приложение I2. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф8	96
Приложение I3. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф4	97
Приложение I4. План размещения основных электрических элементов делителя Д1-2	98
Приложение I5. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф18	99
Приложение I6. План размещения основных электрических элементов формирователя Ф16	100
Приложение I7. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С5	100
Приложение I8. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С6	101
Приложение I9. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С7	101
Приложение 20. План размещения основных электрических элементов стабилизатора С8-I	102
Приложение 21. План размещения основных электрических элементов блока питания	103
Приложение 22. План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС5	104
Приложение 23. План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС6	105
Приложение 24. План размещения основных электрических элементов деталей и узлов стабилизатора ПС7	105

I. ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначены для изучения генератора и правильной его эксплуатации и содержат описание его устройства и принципа действия, технические характеристики и методику их поверки, принципиальные схемы, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации, транспортирования, хранения и технического обслуживания генератора и поддержания его постоянной готовности к работе.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Генератор импульсов микросекундного диапазона Г5-60 является лабораторным прибором и представляет собой источник импульсных сигналов с прецизионным периодом повторения импульсов, длительностью и временным сдвигом, а также с точной установкой амплитуды импульсов. Генератор предназначен для регулировки и испытания импульсной и другой радиоэлектронной аппаратуры и применяется в радиолокации, измерительной технике, электронной технике, связи, вычислительной технике.

Генератор может эксплуатироваться в следующих условиях:
температура окружающего воздуха от 278 до 313 К (от 5 до 40 °С);

относительная влажность до 95 % при температуре 30 °С;

атмосферное давление (100000 ± 4000) Н/м² (750 ± 30) мм рт. ст.;

напряжение питающей сети (220 ± 22) В частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц; а также (220 ± 11) В частотой (400 ± 12) Гц и содержанием гармоник до 5 %.

Нормальной температурой считается температура окружающего воздуха (293 ± 5) К (20 ± 5) °С.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Прибор выдает на основном выходе импульсы прямоугольной формы положительной или отрицательной полярности, нормальные или опрокинутые. В режиме "I" импульсы могут быть как одинарными, так и парными, в режимах "2" и "3" - только одинарными.

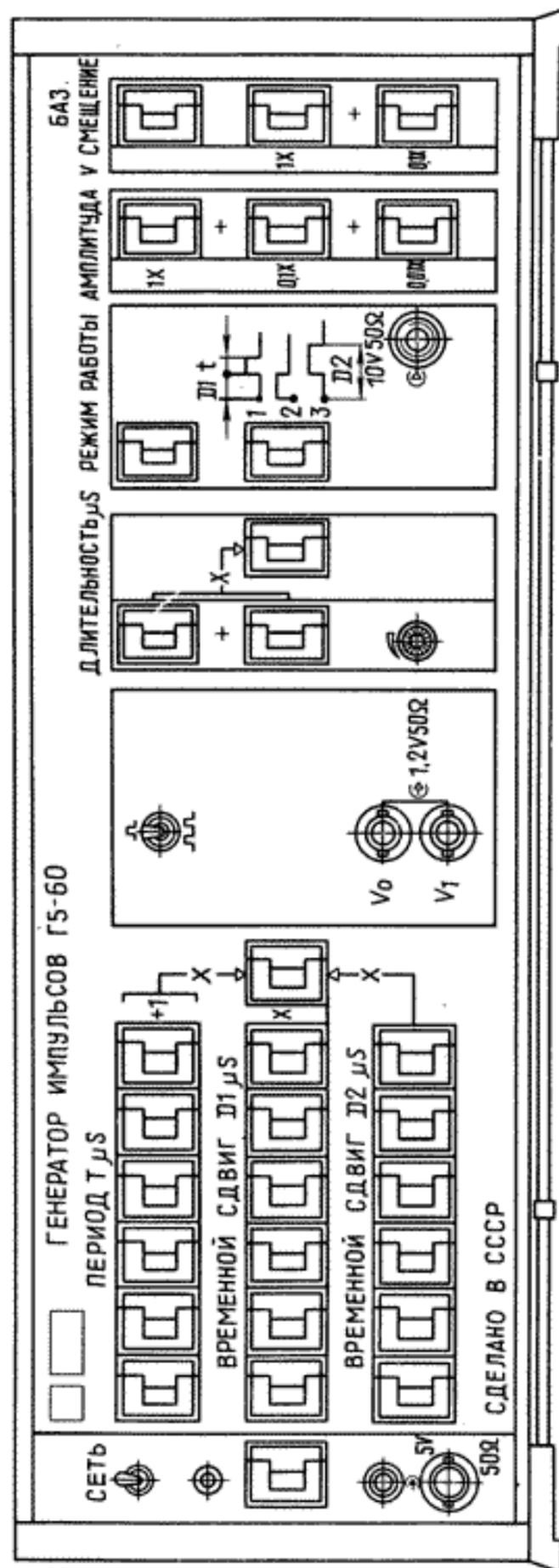


Рис.1. Внешний вид генератора Г5-60

Длительность основных импульсов в режиме "1" регулируется плавно-дискретно в пределах от 10 нс до 1 с. Весь диапазон разбит на 8 поддиапазонов: 10-100 нс; 0,1-1,0 мкс; 1,0-10 мкс; 10-100 мкс; 100-1000 мкс; 1-10 мс; 10-100 мс; 100 мс - 1 с.

Погрешность установки длительности основных импульсов в режиме "1" при длительности от 0,1 мкс до 1 с в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm(0,1 \tau + 3 \text{ нс})$ и $\pm(0,1 \tau + 10 \text{ нс})$ при длительности от 10 до 100 нс, где τ - установленная длительность импульсов.

Плавная регулировка обеспечивает изменение длительности импульсов в пределах не менее $0,01 \tau_{\text{max}}$, где τ_{max} - максимальное значение длительности импульса на поддиапазоне.

Длительность импульсов в режиме "2" регулируется в пределах от 0,1 до 9999990 мкс при внутреннем запуске и в пределах от 0,1 до 999999 мкс при внешнем запуске прибора.

Длительность от 0,1 мкс до 5 мс - дополнительный поддиапазон.

При внутреннем запуске обеспечивается дополнительный режим "3". Длительность основных импульсов в режиме "3" регулируется в пределах от 0,1 до 9999990 мкс.

Длительность от 0,1 мкс до 5 мс - дополнительный поддиапазон.

Погрешность установки длительности импульсов в режимах "2" и "3" в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm(1 \cdot 10^{-6} \tau + 10 \text{ нс})$, где τ - установленная длительность импульсов.

Максимальная амплитуда основных импульсов не менее 10 В на внешней согласованной нагрузке ($50 \pm 0,05$) Ом. Обеспечена дискретная регулировка амплитуды в пределах от 10 до 1 В через 0,01 В без выносных аттенуаторов и в пределах от 1 до 0,001 В на выходе аттенуаторов.

Примечание. В поддиапазоне 10-100 нс амплитуда импульсов не нормируется.

Погрешность установки амплитуды основных импульсов в нормальных условиях на внешней согласованной нагрузке ($50 \pm 0,05$) Ом не превышает значения $\pm(0,03U + 2 \text{ мВ})$, где U - установленная амплитуда импульсов; при этом погрешность установки уровня постоянного напряжения, эквивалентного амплитуде импульсов, не превышает значения $\pm(0,01 U + 2 \text{ мВ})$ для амплитуд в пределах от 1 до 10 В и $\pm 0,03 U$ для амплитуд менее 1 В.

Погрешность установки амплитуды в рабочих условиях эксплуатации не превышает значений:

$\pm(0,03 U + 10 \text{ мВ})$ для амплитуд от 1 до 10 В при погрешности установки уровня постоянного напряжения, эквивалентного амплитуде, не более $\pm(0,015 U + 10 \text{ мВ})$;

$\pm 0,045 U$ - для амплитуд менее 1 В.

Период повторения основных одинарных импульсов при внутреннем запуске регулируется в пределах от 0,1 мкс до 10 с, период повторения пар в режиме парных импульсов регулируется в пределах от 1 мкс до 10 с.

Погрешность установки периода повторения одинарных и парных импульсов в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-6} T$, где T - установленный период повторения.

Временной сдвиг основных одинарных импульсов в режимах "1" и "3" относительно синхроимпульса " V_0 " регулируется в пределах от 0 до 9999990 мкс при внутреннем запуске и от 0 до 999999 мкс при внешнем запуске.

Временной сдвиг от 0 до 5 мс - дополнительный поддиапазон.

Погрешность установки временного сдвига в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (1 \cdot 10^{-6} D + 10 \text{ нс})$, где D - установленный временной сдвиг основного импульса относительно синхроимпульса " V_0 ".

Временной сдвиг второго импульса пары относительно первого в режиме парных импульсов регулируется от 0,1 до 9999990 мкс при внутреннем запуске, и от 0,1 до 999999 мкс - при внешнем запуске.

Временной сдвиг от 0,1 мкс до 5 мс - дополнительный поддиапазон.

Погрешность установки временного сдвига в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (1 \cdot 10^{-6} D_{II} + 10 \text{ нс})$, где D_{II} - временной сдвиг второго импульса пары относительно первого.

Дискретность установки временных интервалов (периода повторения, длительности импульсов в режимах "2" и "3" и временного сдвига) составляет:

0,1 мкс - при интервале не более 0,1 с;

1 мкс - при интервале не более 1 с;

10 мкс - при интервале до 10 с.

Длительность фронта и среза основных импульсов не превышает 10 нс на согласованной внешней нагрузке 50 Ом.

Выбросы на вершине и в паузе основных импульсов не превышают 1 % от установленной амплитуды.

Неравномерность вершины основных импульсов и исходного уровня в паузе не превышает 1 % от установленной амплитуды по истечении 40 нс.

Минимальная скважность основных одинарных импульсов в режиме "1" не более 2.

Минимальная скважность пар импульсов в режиме пар не более 2.

Минимальная пауза между импульсами в режиме пар не превышает величины $\tau + 20 \text{ нс}$, где τ - установленная длительность импульсов.

Оговоренные выше период повторения, временной сдвиг и длительность основных импульсов обеспечиваются при выполнении следующих условий:

в режимах "1" и "2":

$T \geq D1 + N \cdot 1 \text{ мкс}$ - при внутреннем запуске;

$T \geq D1 + N \cdot 8 \text{ мкс}$ - при внешнем запуске;

в режиме "3":

$T \geq D2 + N1 \cdot \text{мкс}$;

$D2 > D1$, где

T - установленный период повторения;

$D1$ и $D2$ - установленные временные сдвиги;

N - множитель, установленный переключателем множителей "X(0,1; 1; 10)".

В приборе имеются синхроимпульсы " V_0 ", " V_1 " со следующими параметрами:

полярность - отрицательная;

амплитуда - не менее 1, 2 и не более 5 В на нагрузке 50 Ом;

длительность - не менее 20 и не более 50 нс;

длительность фронта - не более 10 нс.

Начальная задержка синхроимпульса " V_0 " относительно внешнего пускового импульса не превышает 0,4 мкс в режиме "2" и не более 0,45 мкс в режиме "1".

Синхроимпульс " V_1 " опережает фронт основного импульса в режиме "3" или срез основного импульса в режиме "2" не более чем на 50 нс, а фронт основного импульса в режиме "1" или фронт второго импульса пары в режиме пар не более чем на 100 нс.

В приборе обеспечивается внешний запуск однократными сигналами, импульсами обеих полярностей и синусоидальным напряжением амплитудой от 1 до 5 В с длительностью фронта не более 3000 мкс, минимальным периодом повторения не более 1 мкс и минимальной длительностью импульса не более 30 нс.

Сопротивление входа внешнего запуска 50 Ом.

Предусмотрен разовый механический пуск.

В приборе обеспечивается базовое смещение на выходе в пределах ± 2 В на внешней нагрузке $(50 \pm 0,05)$ Ом без подключения внешних аттенуаторов.

Погрешность установки базового смещения в рабочих условиях эксплуатации не превышает $\pm (0,015 U_{см} + 0,01 U)$ на внешней согласованной нагрузке $(50 \pm 0,05)$ Ом, где $U_{см}$ - установленная величина базового смещения на выходе прибора, U - установленная амплитуда

выходных импульсов. Нестабильность параметров в течение 15 минут по истечении времени самопрогрева не превышает значений:

$\pm 0,3 \cdot 10^{-6} T$ - для периода повторения;

$\pm (0,3 \cdot 10^{-6} \tau + 3 \text{ нс})$ - для длительности импульсов в режиме

"2";

$\pm (0,01 \tau + 3 \text{ нс})$ - для длительности импульсов в режиме I;

$\pm (0,3 \cdot 10^{-6} D + 3 \text{ нс})$ - для временного сдвига основного им-

пульса относительно синхроимпульса "V₀",

где T - установленный период повторения;

τ - установленная длительность выходного импульса;

D - установленный временной сдвиг основного импульса относительно синхроимпульса "V₀".

Паразитная модуляция параметров не превышает значений:

$0,001 \tau + 0,3 \tau_{\phi} + 0,1 \text{ нс}$, где

τ - длительность импульсов в режиме "1" на поддиапазоне 10-100 нс;

τ_{ϕ} - длительность фронта импульсов ($\tau_{\phi} = 10 \text{ нс}$);

5 нс - для длительности импульсов в режиме "2" и временного сдвига основного импульса относительно синхроимпульса "V₀" в режиме "1";

$0,3 \tau_{\phi}$ внеш. + 0,5 нс - для временного сдвига синхроимпульса "V₀" относительно импульса внешнего запуска;

$0,001 U + 1 \text{ мВ}$ - для амплитуды основных импульсов, где

τ_{ϕ} внеш. - длительность фронта импульса внешнего запуска;

U - установленная амплитуда импульсов.

Для обеспечения автоматизированной проверки параметров в приборе осуществляется дистанционное управление в двоично-десятичном коде следующими параметрами и режимами:

выбором вида запуска;

установкой периода повторения, длительности и временного сдвига основных импульсов;

установкой амплитуды импульсов и базового смещения на выходе;

выбором вида основных импульсов (положительный-отрицательный, нормальный-опрокинутый, постоянный ток);

выбором режима работы ("1", "2", "3").

Время самопрогрева прибора 30 мин при включении прибора в нормальных условиях и 1 ч при включении при температуре ниже 15 °С.

Прибор сохраняет свои технические характеристики при питании его от сети переменного тока напряжением $(220 \pm 22) \text{ В}$, частотой $(50 \pm 0,5) \text{ Гц}$, а также $(220 \pm 11) \text{ В}$, частотой $(400 \pm 12) \text{ Гц}$ и содержанием гармоник до 5 %.

Прибор допускает непрерывную работу в течении 8 ч.

Электрическая изоляция между цепью сетевого питания прибора и корпусом должна выдерживать без пробоя испытательное напряжение переменного тока (эффективное значение):

1500 В - при нормальных условиях;

900 В - при повышенной влажности.

Сопротивление изоляции указанной цепи прибора относительно корпуса не менее 20 МОм;

при повышенной влажности не менее 1 МОм;

при повышенной температуре не менее 5 МОм.

Мощность, потребляемая прибором, не превышает 200 В·А.

Наработка на отказ не менее 3250 ч.

Габаритные размеры прибора 488x180x480 мм.

Масса прибора не более 20 кг.

Средний срок службы прибора 7 лет.

Средний ресурс не менее 5000 ч.

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Состав изделия перечислен в табл. I.

Таблица I

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
1. Генератор импульсов Г5-60	3.269.080	1	
2. Ящик укладочный для ЗИП.	4.068.148-02		
В нем:			
вставка плавкая ВПИ-I 2А	0.480.003	5	
плата переходная	3.660.097	1	
кабель ВЧ № 1	4.850.216	2	
кабель ВЧ № 2	4.850.213	3	
кабель ВЧ № 4	4.850.215	2	
нагрузка № 1	2.243.044	2	
нагрузка № 5	2.243.048	1	
аттенкуатор 20 дБ	2.727.162	1	
аттенкуатор 40 дБ	2.727.172-01	1	
аттенкуатор 60 дБ	2.727.172	1	
3. Укладочный ящик	4.161.343-2Сп	1	По требованию
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	3.269.080 Т0	1	
5. То же	3.269.080 Т01	1	
6. Формуляр	3.269.080 Ф0	1	

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА

5.1. Принцип действия генератора

В генераторе импульсов Г5-60 можно выделить три основные части в зависимости от выполняемых ими функций:

формирователь временных параметров Ф02, который формирует прецизионные временные интервалы (период повторения и два временных сдвига) и непрецизионную длительность импульсов, а также осуществляет внешний запуск генератора;

формирователь параметров основных импульсов ФВ3, определяющий амплитуду и параметры искажений импульсов;

блок питания, осуществляющий преобразование напряжения сети 220 В 50 Гц, а также 220 В 400 Гц в постоянные стабилизированные напряжения.

Формирователь временных параметров Ф02 содержит следующие узлы:

кварцевый генератор опорной частоты 5 МГц;

делитель частоты Д4;

делитель частоты с переменным коэффициентом деления, включающий каскету Д5-1 и пять каскетов Д5;

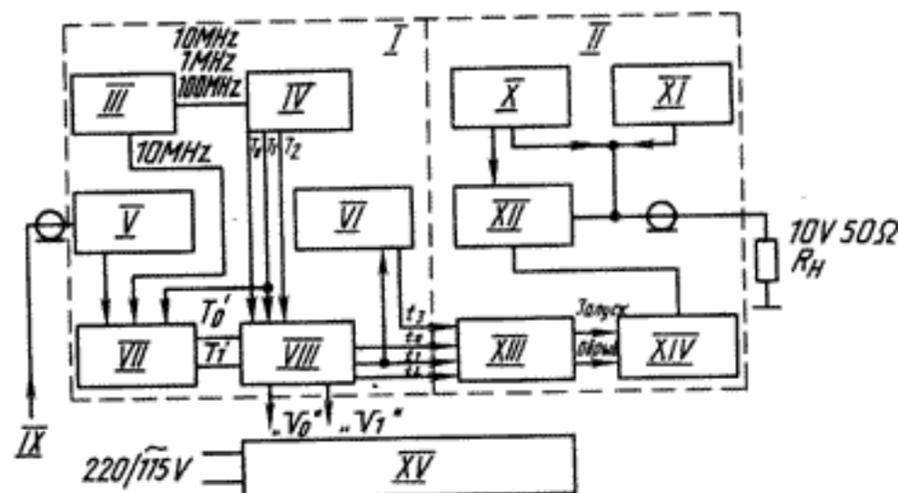


Рис.2. Структурная схема генератора импульсов:

I - формирователь Ф02; II - формирователь ФВ3; III - генератор опорной последовательности импульсов; IV - делитель частоты с переменным коэффициентом деления ДПКД; V - формирователь импульсов внешнего запуска; VI - формирователь длительности (в режиме "I"); VII - схема фазовой привязки; VIII - формирователь синхрои́мпульсов; IX - вход внешнего запуска; X - стабилизатор тока регулировки амплитуды; XI - стабилизатор тока базового смещения; XII - усилитель тока и выходной каскад; XIII - коммутатор импульсов запуска и обрыва; XIV - триггер; XV - блок питания

формирователь Ф17 и Ф9 схемы внешнего запуска и фазовой привязки;

формирователь синхрои́мпульсов Ф8;

формирователь длительности импульсов Ф4 и Д1-2.

формирователь параметров основных импульсов ФВ3 содержит:

формирователь выходных импульсов прибора Ф16;

формирователь Ф18, управляющий режимом работы прибора по способу установки длительности;

стабилизаторы С5, С7 и С8-1, образующие схему регулировки амплитуды основных импульсов;

стабилизатор С6 тока базового смещения на выходе. Структурная схема генератора приведена на рис. 2.

Генератор опорной последовательности импульсов служит для формирования последовательности импульсов частоты 10 МГц, 1 МГц или 100 кГц (период 0,1 мкс, 1 мкс или 10 мкс) с относительной погрешностью частот $1 \cdot 10^{-6}$. В приборе применен принцип формирования прецизионных временных интервалов (периода повторения, временного сдвига и длительности импульсов) путем деления частоты опорной последовательности импульсов, поэтому относительная погрешность прецизионных параметров прибора полностью определяется погрешностью частоты опорной последовательности импульсов. Выбором величины периода повторения импульсов в последовательности определяется как дискретность регулировки временных параметров, так и их диапазон.

Опорная последовательность импульсов подается на делитель частоты с переменным коэффициентом деления ДПКД, содержащий шесть декад. ДПКД позволяет получить максимальный временной интервал 10 с (при периоде повторения импульсов на его входе 10 мкс) и минимальный интервал 0,1 мкс. ДПКД представляет собой селектирующее устройство, которое из опорной последовательности импульсов выделяет три импульса (T_0 , T_1 и T_2), имеющие одинаковый регулируемый период повторения. Временные сдвиги Д1 и Д2 импульсов T_1 и T_2 относительно импульса T_0 регулируются независимо друг от друга.

Формирователь синхрои́мпульсов служит для получения синхрои́мпульсов " v_0 " и " v_1 " из импульсов T_0 и T_1 , а также для получения импульсов t_0 , t_1 и t_2 , управляющих работой выходного каскада прибора.

Формирователь длительности (в режиме "I") запускается импульсом t_1 и вырабатывает импульс t_2 , задержка которого относительно t_1 регулируется в пределах 10 нс - 1 с.

Основной импульс прибора формируется триггером и усиливается усилителем тока.

Импульсом с выхода усилителя тока переключается выходной каскад, который коммутирует калиброванный ток стабилизаторов тока регулировки амплитуды через сопротивление нагрузки прибора R_n .

Регулировка амплитуды импульсов в пределах от 1 до 10 В производится изменением величины тока стабилизаторов. Базовое смещение на выходе регулируется стабилизатором тока базового смещения. Для получения импульсов с амплитудой менее 1 В предусмотрены три выносных аттенюатора (20, 40 и 60 дБ), подключаемых к выходному гнезду.

Генератор Г5-60 имеет три режима работы "1", "2", "3" в зависимости от выбранного способа установки и погрешности длительности импульсов. Выбор режима производится коммутатором, распределяющим импульсы t_0 , t_1 , t_2 и t_3 на входы запуска и обрыва триггера.

В режиме "1" прибор формирует импульсы с погрешностью длительности $\pm 10\%$. Длительность определяется формирователем длительности, т.е. установленной в нем задержкой импульса t_3 относительно t_1 . Импульсы t_1 и t_3 служат для запуска и обрыва триггера.

В режиме "1" возможно получение пары импульсов. Для этого на один и тот же вход коммутатора подаются импульсы t_0 и t_1 и запуск формирователя длительности производится дважды за период.

Временной сдвиг одинарного импульса относительно синхроимпульса V_0 или сдвиг между импульсами пары в режиме "1" определяется установленным временным сдвигом $D1$.

В режиме "2" формируется прецизионный импульс, длительность которого устанавливается переключателями временного сдвига $D1$. В этом режиме триггер запускается импульсом t_0 и обрывается импульсом t_1 .

В режиме "3" длительность прецизионного импульса определяется как разность двух временных сдвигов $D2$ и $D1$, а сдвиг импульса относительно синхроимпульса V_0 - временным сдвигом $D1$. Триггер запускается импульсом t_1 и обрывается импульсом t_2 .

Временные диаграммы, иллюстрирующие работу генератора Г5-60 при внутреннем запуске в режимах "1", "2", "3", приведены на рис. 3.

При внешнем запуске прибора кварцевый генератор работает в автоколебательном режиме, как и при внутреннем запуске, поэтому схема внешнего запуска решает задачу привязки фазы напряжения внешнего запуска к фазе напряжения кварцевого генератора. Схема внешнего запуска включает формирователь, нормализующий напряжение внешнего запуска по амплитуде, длительности и длительности фронта, и устройство фазовой привязки, формирующее опорный импульс t'_0 и задержанный импульс T'_1 , привязанные по фазе к запускающему импульсу.

Принцип работы устройства фазовой привязки иллюстрируется структурной схемой рис. 4 и временными диаграммами рис. 5.

Устройство фазовой привязки предназначено для запоминания временного интервала между запускающим импульсом и предшествующим ему импульсом опорной последовательности и воспроизведения запомненного интервала с приходом задержанного импульса, соответствующего установленной задержке nT . Нормализованный импульс запуска задерживается схемой задержки на время, равное периоду опорной последовательности. Одновременно логическое устройство начинает пропускать импульсы опорной последовательности на делитель ДПКД. Первым из этих импульсов запускается генератор пилообразного напряжения ГПН-1 записи. В момент прихода задержанного на 100 нс импульса внешнего запуска уровень напряжения на ГПН-1 запоминается. Импульс T_1 с выхода ДПКД, задержанный на время $D1$

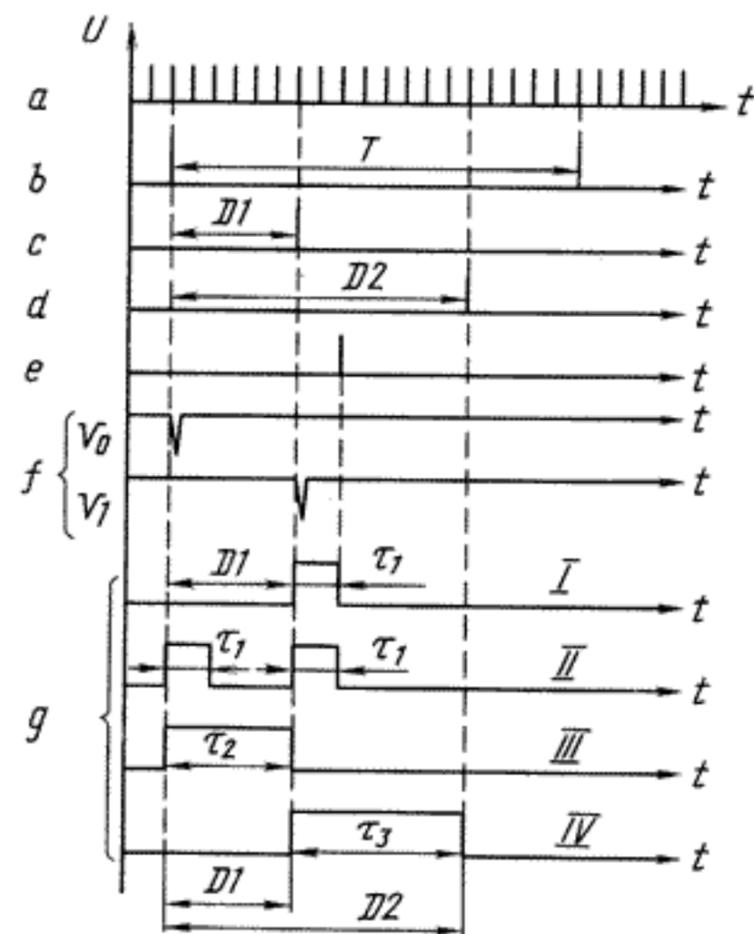


Рис. 3. Временные диаграммы генератора Г5-60 в режиме внутреннего запуска:

а - опорная последовательность; б - импульс t_0 ; в - импульс t_1 ; д - импульс t_2 ; е - импульс t_3 ; ф - синхроимпульсы; г - основной импульс генератора; I - режим "1", одинарный импульс; II - режим "1", парные импульсы; III - режим "2"; IV - режим "3"

Рис.4. Структурная схема устройства фазовой привязки:

I - логическое устройство; II - делитель частоты с переменным коэффициентом деления ДПКД; III - селектор первого импульса; IV - внешний пусковой импульс; V - схема задержки; VI - генератор пилообразного напряжения 1; VII - схема сравнения; VIII - генератор пилообразного напряжения 2

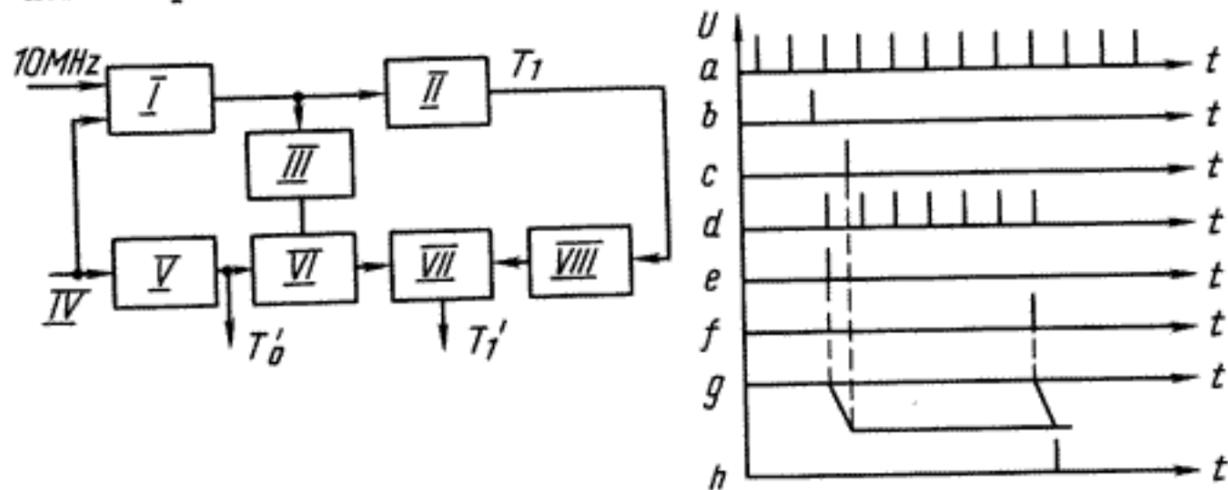


Рис.5. Временные диаграммы схемы фазовой привязки:

a - опорная последовательность (10 МГц); б - внешний пусковой импульс; с - импульс T'_0 ; d - вход ДПКД; e - первый импульс; f - выход T_1 ДПКД; г - ГПН-1, ГПН-2; h - выход T'_1

относительно первого импульса, запускает ГПН-2, аналогичный ГПН-1. В момент равенства пилообразных напряжений на ГПН-1 и ГПН-2 вырабатывается выходной задержанный импульс T'_1 . Опорный импульс T'_0 также формируется в схеме фазовой привязки из нормализованного импульса внешнего запуска.

Из временных диаграмм (рис. 5) видно, что несмотря на то, что от такта к такту внешнего запуска интервал, запоминаемый в ГПН-1 меняется, благодаря одинаковым наклонам "пил" ГПН-1 и ГПН-2 задержка между импульсами T'_0 и T'_1 остается неизменной и независимой от фазы импульса внешнего запуска относительно опорной последовательности.

Питание генератора осуществляется напряжением 220 В, частотой 50 Гц, а также 220 В, частотой 400 Гц.

5.2. Схема электрическая принципиальная генератора

Схема электрическая принципиальная генератора Г5-60 приведена в приложении ТО1. Из схемы видно, что генератор состоит из блока питания, кварцевого генератора, коммутационной платы К4, объединяющей кассеты Ф17, Д5 (5 шт.), Д5-1, Д4, Ф8, Ф9, коммутаци-

онной платы К5, объединяющей кассеты Ф4, Д1-2, Ф18, Ф16, С5, С6, С7, стабилизатора тока С8-1.

Кварцевый генератор и делители частоты Д5, Д5-1, Д4, формирователи Ф17, Ф8, Ф9 и Ф4, делитель Д1-2 образуют формирователь временных параметров Ф02, а формирователи Ф18, Ф16, стабилизаторы С5, С6 и С7, а также стабилизатор С8-1, образуют формирователь параметров основных импульсов ФВ3.

5.2.1. Коммутационные платы К4 и К5

Схемы электрические принципиальные коммутационных плат К4 и К5 приведены в приложениях ТО1.

Назначение коммутационных плат состоит в том, чтобы осуществлять электрическую связь между кассетами, а также кассет с кварцевым генератором и платой стабилизатора С8-1. Через коммутационные платы подается напряжение с выхода блока питания на кассеты.

Разъемы Ш1, Ш3-Ш10, Ш12, Ш13 платы К4 и Ш1, Ш3-Ш9 платы К5 типа ГРПМ1-31Г02 служат для включения кассет генератора. Разъемы Ш2 и Ш1 платы К4 и Ш2 платы К5 типа РС50 служат для подачи сигналов дистанционного управления параметрами генератора. Эти разъемы установлены на задней стенке генератора и соединяются жгутами с коммутационными платами.

5.2.2. Атенкаторы

Вносные аттенкаторы 20, 40 и 60 дБ предназначены для ослабления основных импульсов прибора и получения амплитуды от 1 В до 1 мВ. Атенкаторы выполнены по П-образной схеме; аттенкатор 20 дБ содержит одно звено, а аттенкаторы 40 и 60 дБ для уменьшения частотных искажений состоят из двух П-образных звеньев, включенных последовательно. Принципиальные электрические схемы аттенкаторов 20 дБ, 40 дБ и 60 дБ приведены в приложениях ТО1.

5.3. Конструкция генератора

Генератор выполнен в корпусе "НАДЕЛ-75А" и представляет собой переносной прибор настольного типа моноблочной конструкции.

В задней части корпуса расположен блок питания.

В передней части прибора на поперечной металлической стенке крепятся две коммутационные платы К4 и К5, соединяемые друг с другом перемычками. Со стороны передней панели в корпус по специальным направляющим вставляются кассеты (платы печатного монтажа). Кассеты вставляются в разъемы типа ГРПМ1, впаянные в коммутационные платы.

Все органы управления и присоединения (переключатели, тумблеры, высокочастотные разъемы и т.д.) расположены на кассетах и выходят на переднюю панель прибора, имеющую соответствующие надписи по месту их расположения.

На задней стенке прибора предусматривается установка счетчика времени наработки типа ЭСВ-12,6-2,5.

В правой половине прибора между коммутационной платой К5 и экраном устанавливаются две кассеты - стабилизаторы С7 и С8-1, соединенные с коммутационной платой и друг с другом через разъемы ГРПМ1. Один из этих разъемов (для включения кассеты С7) укреплен на плате К5 с помощью угольника; два других устанавливаются на планках, укрепленных между блоком питания и поперечной стенкой. Соединения между разъемами выполнены объемным монтажом.

Кварцевый генератор установлен на боковой стенке прибора. На скобе находится потенциометр "КОРРЕК. ЧАСТОТЫ". Подстройка его производится снизу.

На задней стенке прибора размещены три разъема дистанционного управления типа РС50 и клемма заземления. Жгуты, соединяющие разъемы дистанционного управления с коммутационными платами К4 и К5, уложены вдоль боковых стенок прибора.

Соединение прибора с питающей сетью 220 В производится кабелем питания. Включение прибора осуществляется тумблером, расположенным на передней панели. При включении прибора загорается световой индикатор.

План размещения основных узлов генератора Г5-60 приведен в приложении 5. В приложениях 6 и 7 приведены планы размещения основных электрических элементов коммутационных плат К4 и К5.

6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГЕНЕРАТОРА

6.1. Принцип действия формирователя Ф02

Формирователь Ф02 определяет диапазон регулировки и погрешности всех временных параметров генератора. Структурная схема формирователя приведена на рис. 6.

Кварцевый генератор формирует синусоидальное напряжение частотой 5 МГц с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-6}$, которое подается на удвоитель частоты. Напряжение частотой 10 МГц с выхода удвоителя в режиме внутреннего запуска пропускается через логическое устройство на два включенных последовательно делителя частоты 1:10. Таким образом, на выходе кассеты Д4 может быть получена последовательность импульсов опорной частоты 10 МГц, 1 МГц или

100 кГц. Эта последовательность подается на делитель частоты с переменным коэффициентом деления ДПКД, содержащий шесть декад (кассету Д5-1 и пять кассет Д5). В ДПКД из опорной последовательности импульсов выделяются три импульса: опорный T_0 и два задержанных T_1, T_2 . Эти три импульса имеют одинаковый регулируемый период повторения, а временные сдвиги импульсов T_1, T_2 относительно импульса T_0 регулируются независимо друг от друга.

При внешнем запуске прибора формирователь Ф17 формирует из напряжения внешнего запуска нормализованный пусковой импульс. С приходом импульса внешнего запуска логическое устройство, первоначально закрытое, начинает пропускать импульсы частотой 10 МГц на вход делителей частоты 1:10 и на ДПКД. Первым из этих импульсов запускается генератор пилообразного напряжения записи ГПН-1. Импульс внешнего запуска через схему задержки также подается на ГПН-1. В момент прихода со схемы задержки внешнего запуска уровень напряжения на ГПН-1 запоминается. Импульс T_1 с выхода ДПКД, задержанный на время $D1$ относительно первого импульса, запускает ГПН-2 (ГПН воспроизведения), аналогичный ГПН-1. В момент равенства пилообразных напряжений на ГПН-1 и ГПН-2 вырабатывается задержанный импульс T_1' . В качестве опорного используется импульс T_0' на выходе схемы задержки.

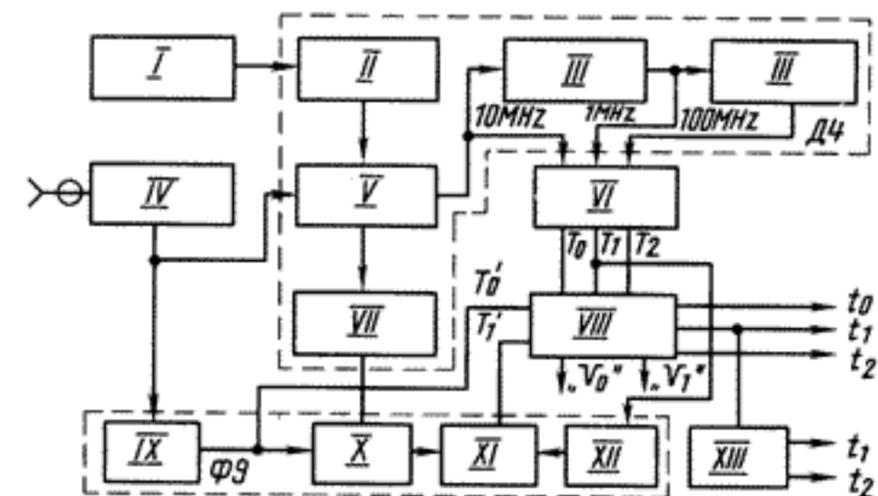


Рис.6. Структурная схема формирователя импульсов Ф02:

I - кварцевый генератор; II - удвоитель частоты; III - делитель частоты 1:10; IV - формирователь импульсов внешнего запуска Ф17; V - логическое устройство; VI - ДПКД; VII - селектор первого импульса; VIII - формирователь синхроимпульсов; IX - схема задержки; X - ГПН-1; XI - схема сравнения; XII - ГПН-2; XIII - формирователь длительности (Ф4 и Д1-2)

Импульсы T_0 , T_I и T_2 в режиме внутреннего запуска или T'_0 и T'_I в режиме внешнего запуска подаются на формирователь синхроимпульсов Ф8-1, где формируются синхроимпульсы "V₀" и "V_I", а также импульсы t_0 , t_1 и t_2 , поступающие на формирователь параметров основных импульсов.

Импульсом t_1 , кроме того, запускается формирователь длительности, включающий каскады Ф4 и Д1-2, работающие совместно. Формирователь длительности вырабатывает два импульса, один из которых t_1 несколько задержан (~ 30 нс) относительно импульса t_1 , а задержка другого t_3 регулируется в пределах 10 нс - 1 с относительно t'_1 .

На рис. 7 и 8 приведены временные диаграммы работы формирователя Ф02 в режимах внутреннего и внешнего запуска.

Принцип действия ДПКД пояснен структурной схемой рис. 9 и временными диаграммами рис. 10.

ДПКД содержит перерасчетную схему из шести идентичных декад со сбросом в исходное нулевое состояние после достижения пересчетной схемой заданного состояния, соответствующего установленному периоду повторения импульсов генератора (на рис. 9 изображены лишь 3 декады). Схемы запуска I, II, III и схемы сброса I, II, III коммутируют импульсы опорной частоты (ОЧ).

В исходном состоянии схема запуска I открыта и пропускает импульсы ОЧ на запуск пересчетной схемы, а схемы сброса I, II, III закрыты. Пересчетная схема переключается под действием запускающих импульсов, переходя из одного состояния в другое в соответствии с количеством поступивших на ее вход импульсов. Компараторы K_{0I} , K_{0II} , K_{0III} сравнивают последовательные состояния пересчетной схемы с числом, установленным переключателями "ПЕРИОД T м.с.". Когда пересчетная схема достигает состояния, заданного переключателями, компаратор $K_{0\Sigma}$ переключается и закрывает схему запуска I на время действия следующего импульса ОЧ. Напротив, схемы сброса I, II и III отпираются инвертированным напряжением с выхода компаратора $K_{0\Sigma}$ и выделенный ими импульс ОЧ используется в качестве импульса сброса пересчетной схемы, причем сброс схемы происходит в отсутствие импульса ОЧ на входе запуска. Селектор I-го импульса выделяет из последовательности ОЧ импульс, следующий за импульсом сброса; этот импульс поступает на выход ДПКД в качестве импульса T_0 .

Компараторы K_{1I} , K_{1II} , K_{1III} , $K_{0\Sigma}$, K_{2I} , K_{2II} , K_{2III} , $K_{2\Sigma}$ служат для выделения из опорной последовательности двух импульсов, сдвинутых относительно импульса T_0 ; выделение происходит путем сравнения текущего состояния пересчетной схемы с числами, установленными переключателями временного сдвига D1 и D2.

Рис. 7. Временные диаграммы формирователя импульсов Ф02 в режиме внутреннего запуска:

а - опорная последовательность импульсов (частота 10 МГц; 1 МГц или 100 МГц); б - импульс T_0 ; в - импульс T_I ; д - импульс T_2 ; е - импульс t_0 ; ф - импульс t_1 ; г - импульс t_2 ; ж - импульс t_1 ; з - импульс t_3 ; и - синхроимпульс "V₀"; л - синхроимпульс "V_I"

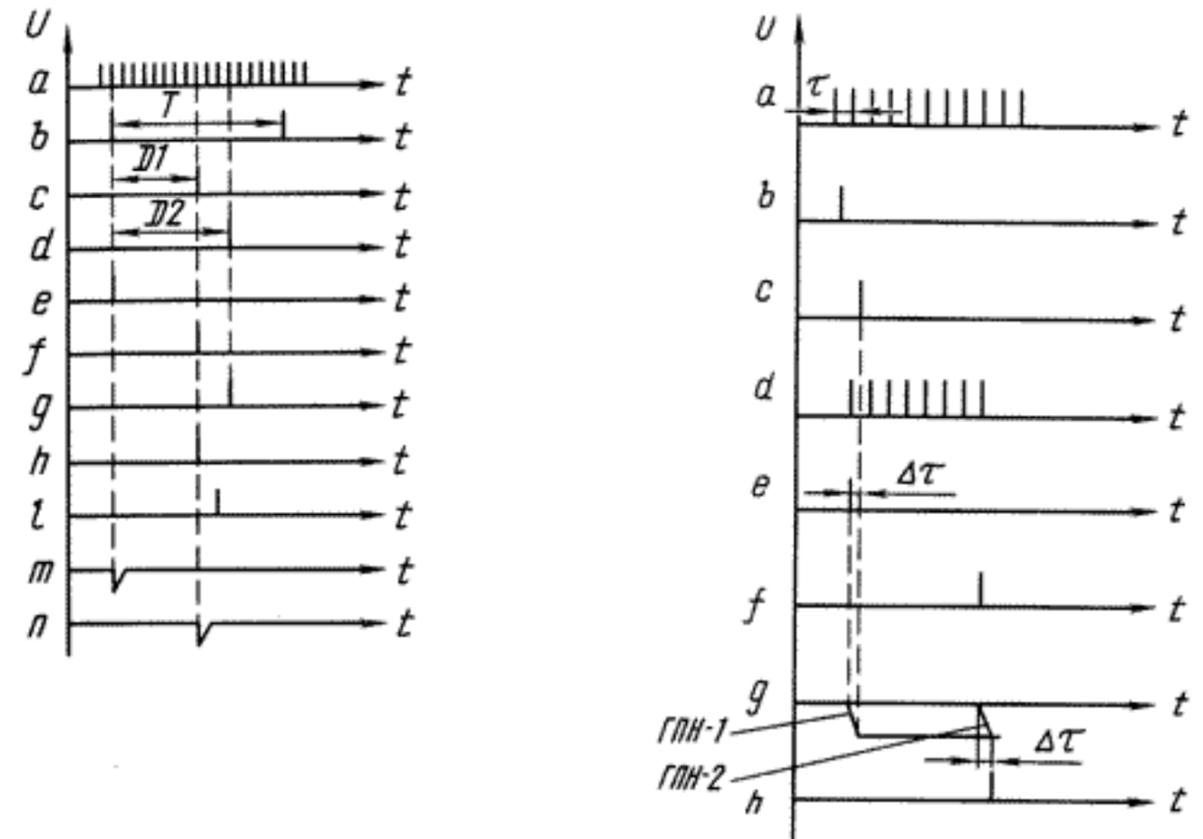


Рис. 8. Временные диаграммы схемы фазовой привязки:

а - опорная последовательность; б - импульс внешнего запуска; в - импульс T'_0 ; д - вход ДПКД; е - первый импульс; ф - выход T_I ДПКД; г - ГПН-1; ГПН-2; ж - выход T_I схемы сравнения

Сравнение состояния пересчетной схемы с числами, записанными переключателями периода T и временных сдвигов D1 и D2 производится по декадам, а выходы компараторов декад затем объединяются схемами совпадений (компараторами) $K_{0\Sigma}$, $K_{1\Sigma}$ и $K_{2\Sigma}$. На один из входов схем совпадений $K_{1\Sigma}$ и $K_{2\Sigma}$ подается последовательность опорной частоты, благодаря чему на выходе их селектируются импульсы T_I и T_2 соответственно.

Запуск всех декад пересчетной схемы осуществляется селективными из последовательности ОЧ импульсами. В общем случае схема запуска N-ой декады представляет собой схему совпадений с тремя входами. На один из входов подаются импульсы ОЧ, на другой - разрешающий сигнал со схемы совпадений I, связанной с декадой

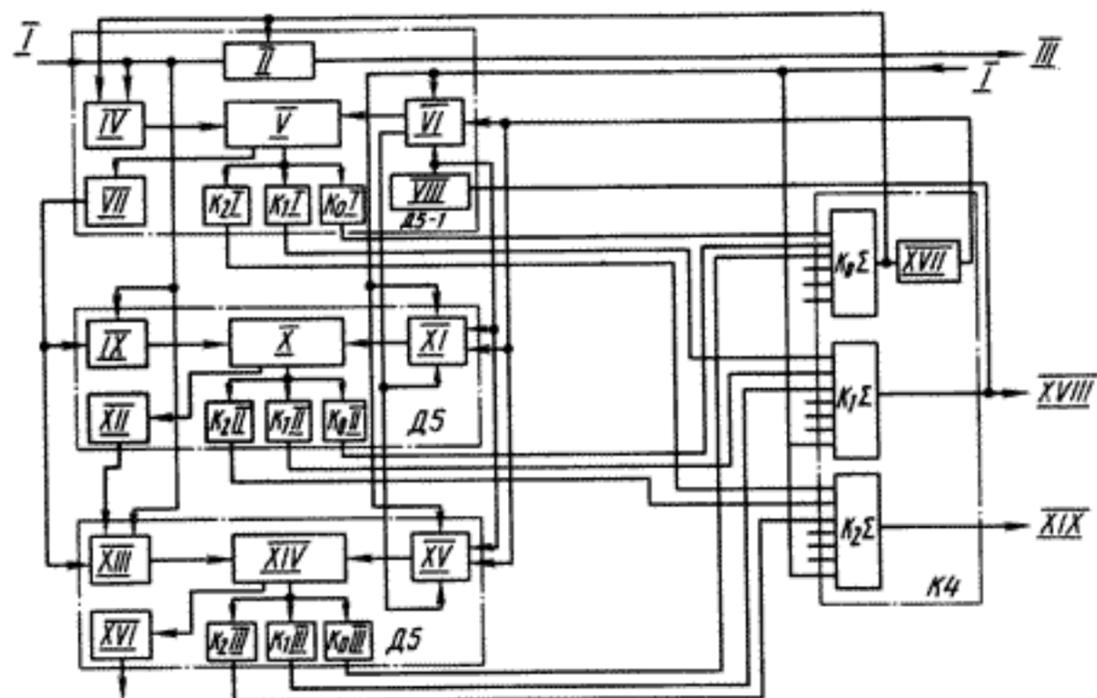


Рис.9. Структурная схема делителя частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД):

I - вход ОЧ; II - селектор первого импульса; III - выход T_0 ; IV - схема запуска I; V - декада I; VI - схема сброса I; VII - схема совпадений I; VIII - формирователь; IX - схема запуска II; X - декада 2; XI - схема сброса II; XII - схема совпадений II; XIII - схема запуска III; XIV - декада III; XV - схема сброса III; XVI - схема совпадений III; XVII - инвертор; XVIII - выход T_1 ; XIX - выход T_2

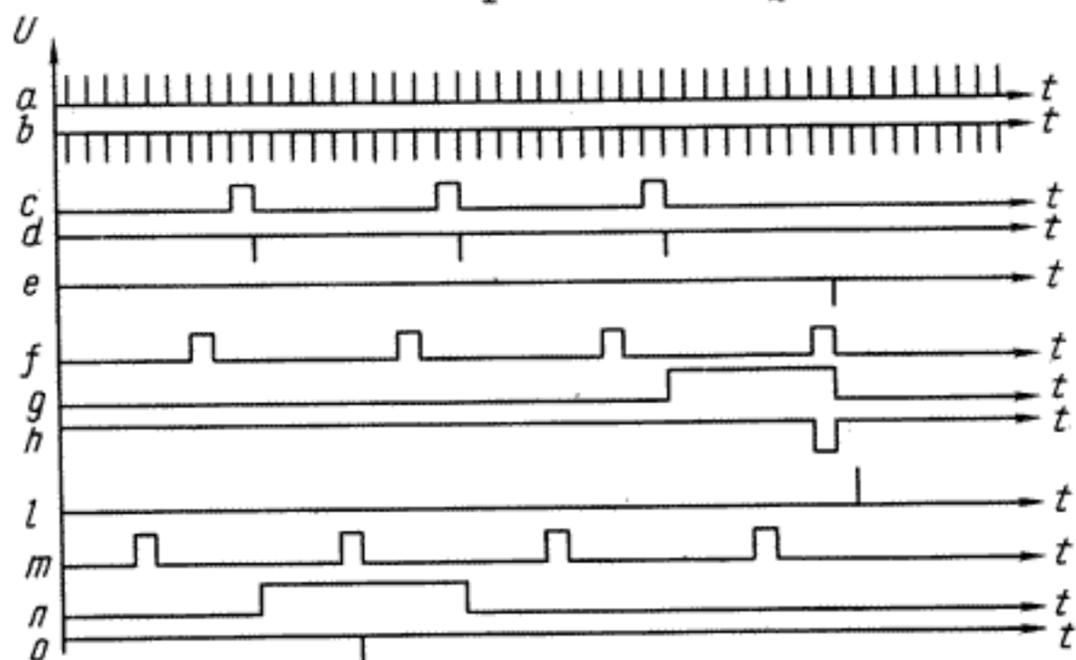


Рис.10. Временные диаграммы ДПКД:

a - вход ОЧ; б - запуск декады I; c - выход схемы совпадений I; d - запуск декады 2; e - сброс; f - выход K_0I ; г - выход K_0II ; h - выход $K_0Σ$; l - выход T_0 ; m - выход K_1I ; n - выход K_1II ; o - выход T_1

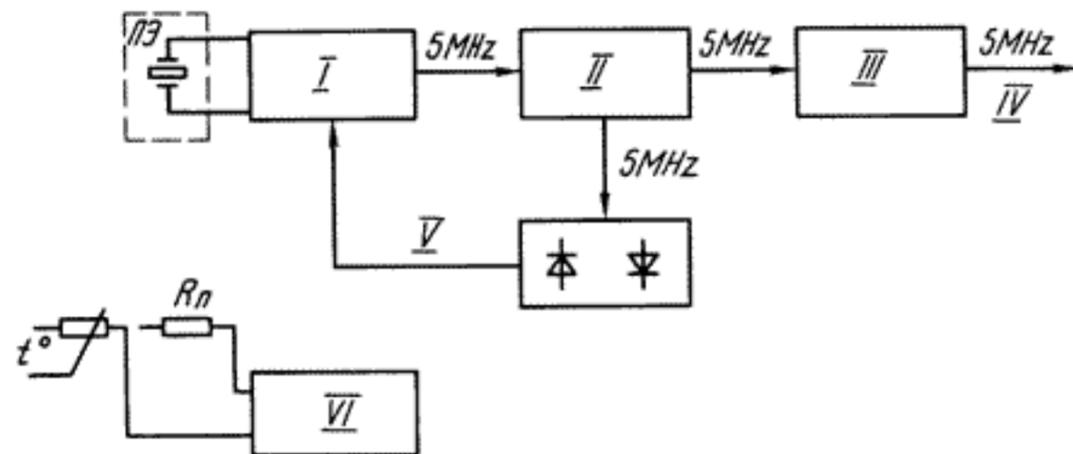


Рис.11. Структурная схема генератора кварцевого:

I - задающий каскад; II - усилитель АРУ; III - усилитель выходной; IV - выход; V - напряжение АРУ; VI - схема подогрева термостата

I, на третий - разрешающий сигнал со схемы совпадений, связанной с предыдущей (N-I)-ой декадой.

В режиме внешнего запуска схемы сброса I, II, III отключаются от входа ОЧ, и импульс сброса декад пересчетной схемы вырабатывается формирователем, запускаемым импульсом T_1 с выхода компаратора $K_1Σ$.

ДПКД выполнен на шести кассетах (одна кассета типа Д5-I и пять кассет типа Д5), каждая из которых содержит одну декаду с тремя компараторами, схемой запуска и схемой сброса. Компараторы $K_0Σ$, $K_1Σ$ и $K_2Σ$ размещаются на коммутационной плате К4.

6.1.1. Генератор кварцевый

Генератор кварцевый является источником образцовой частоты 5 МГц. Структурная схема генератора приведена на рис. 11, схема электрическая принципиальная - в приложении Т01.

Задающий каскад (транзистор Т1, плата 3.66I.102) выполнен по схеме трехточки с общим коллектором. Кварцевый резонатор работает на третьей механической гармонике. Контур L1, C2 имеет емкостную реакцию и настроен на частоту 3,5-4,5 МГц. Дроссель Др1 и конденсатор C2 служат для подстройки частоты генератора. Коррекция частоты также осуществляется с помощью варикапа Д1, изменяющего свою емкость при вращении потенциометра "КОРРЕК. ЧАСТОТЫ", выведенного на крышку прибора.

Транзисторы Т1 и Т2 (плата 3.66I.104) образуют усилитель АРУ с детектором на диодах Д1 и Д2. Выпрямленный сигнал устанавливает необходимый режим работы задающего каскада. Выходной кас-

кад (транзисторы Т3 и Т4) выполнен по каскодной схеме с контуром L2, С12, С13 и С14; связь с внешней нагрузкой – трансформаторная. Кварцевый резонатор и элементы коррекции частоты расположены в термостатированном объеме, задающий генератор – под теплоизоляцией. Температура в термостате регулируется схемой подогрева (микросхема У1 и транзисторы Т6, Т7 и Т8). Датчиком температуры служит терморезистор R2, включенный в одно из плеч моста, сигнал разбаланса которого усиливается. Обмотка подогрева включена в коллекторную цепь транзистора Т8. Изменение температуры вызывает разбаланс моста и соответственно изменение тока в обмотке подогрева.

6.1.2. Формирователь Ф17

Формирователь Ф17 представляет собой входное устройство. Структурная схема формирователя приведена на рис. 12, схема электрическая принципиальная – в приложении Т01.

Кассета Ф17 содержит:

схему формирования нормализованного импульса внешнего запуска;

схему формирования нормализованного импульса в режиме разового пуска;

логическую схему с переключателем, осуществляющую выбор вида запуска всего прибора;

схему совпадений компараторов делителя частоты с переменным коэффициентом деления.

Напряжение внешнего запуска (импульсное или синусоидальное) поступает на диодный ограничитель (диоды Д1–Д3) и далее на вход. Входное сопротивление схемы – 50 Ом. Ограничитель транзистора Т ограничивает сигнал на уровне +0,8 В. Для получения перепада напряжения с крутым фронтом, независимо от формы входного напряжения, в цепи база–эмиттер транзистора Т установлен туннельный диод Д4.

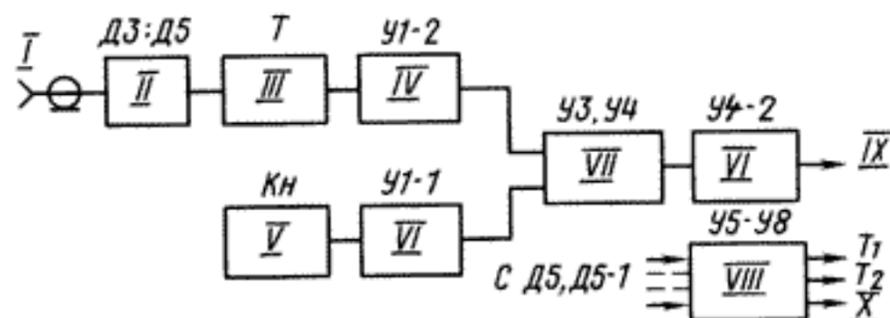
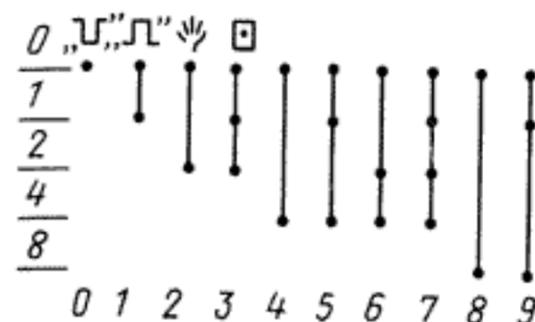


Рис.12. Структурная схема формирователя Ф17:

I – вход; II – ограничитель; III – усилитель; IV – инвертор; V – схема разового пуска; VI – формирователь; VII – схема коммутации; VIII – компараторы; IX – импульс внешнего запуска; X – импульс сброса



I \ II	..1"	..2"	..4"	..8"	III
0	1	1	1	1	□
1	0	1	1	1	△
2	1	0	1	1	○
3	0	0	1	1	□
4	1	1	0	1	
5	0	1	0	1	
6	1	0	0	1	
7	0	0	0	1	
8	1	1	1	0	
9	0	1	1	0	

Рис.13. Схема работы программного переключателя:

I – шина; II – положение переключателя; III – обозначение на барабане

Выбор вида запуска осуществляется программным переключателем В (схема и таблица, поясняющие его работу, приведены на рис. 13).

При дистанционном управлении работой прибора на вход "ДУ 0" кассеты подается сигнал "ЛОГ. 0" (не более +0,5 В), и все контакты переключателя оказываются под потенциалом выхода элемента У2–I равным при этом +2,5 В ("ЛОГ. I"). Управление логической схемой осуществляется сигналами ДУ, поступающими на контакты "ДУ (А)" и "ДУ (В)" разъема Ш2 и далее на элемент У3–I.

На выходе микросхемы У2–3 создается сигнал "ЛОГ. 0" при внутреннем запуске генератора и "ЛОГ. I" – при внешнем запуске и разовом пуске (контакт "КОД ЗАПУСКА АВ" разъема Ш2).

Микросхемы У5, У7, У8 выполняют роль схем совпадений на выходе компараторов делителя частоты с переменным коэффициентом деления. На выходе этих микросхем при совпадении во времени импульсов на всех ее входах, соединенных с выходами компараторов кассет Д5 и Д5–I, вырабатываются отрицательные импульсы Т1 и Т2. Микросхема У6 формирует импульс сброса для кассет Д5 и Д5–I.

6.1.3. Делитель частоты Д4

Кассета Д4 выполняет две основные функции:

– формирование опорной последовательности импульсов с переключаемой частотой (10 МГц, 1 МГц или 100 кГц);

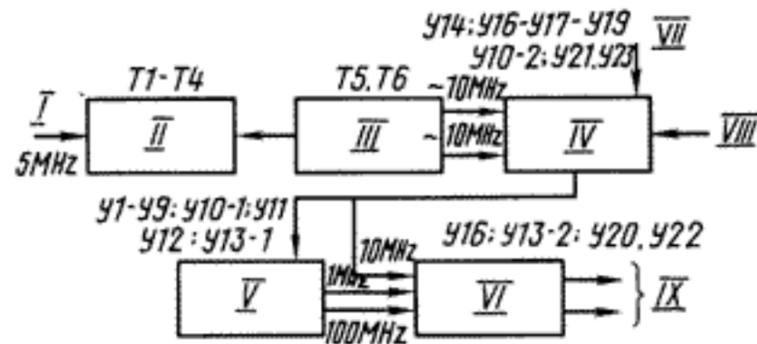


Рис. 14. Структурная схема делителя частоты Д4:

I - вход 5 МГц; II - умножитель частоты; III - дифференциальный усилитель; IV - логическая схема; V - делитель частоты; VI - схема коммутации; VII - импульс внешнего запуска; VIII - импульс T_I ; IX - выход ОЧ

- привязка этой последовательности к импульсу внешнего запуска при внешнем запуске прибора.

Структурная схема делителя частоты Д4 приведена на рис. 14, схема электрическая принципиальная - в приложении ТО1.

Кассета Д4 содержит умножитель частоты, логическую схему и делитель частоты.

Умножитель частоты предназначен для усиления напряжения кварцевого генератора и удвоения его частоты до 10 МГц. Умножитель выполнен на транзисторах Т1-Т4. Контуры (L1, C5, C6 и L2, C8, C9) настроены на частоту 10 МГц.

Логическое устройство является частью схемы фазовой привязки и при внешнем запуске прибора служит для выделения из непрерывной последовательности импульсов опорной частоты серии импульсов, начинающейся с приходом импульса внешнего запуска. Для уменьшения интервала неопределенности положения импульса внешнего запуска относительно этой серии в логическом устройстве опорная последовательность расщепляется на две, сдвинутые на полпериода, т.е. на 50 нс, последовательности, из которых автоматически выбирается одна в зависимости от того, в какой момент относительно фазы опорной последовательности приходит импульс внешнего запуска. Благодаря этой коммутации интервал неопределенности уменьшается со 100 нс до 50 нс.

Временные диаграммы логического устройства приведены на рис. 15.

Напряжение частоты 10 МГц с выхода умножителя подается на дифференциальный усилитель (транзисторы Т5, Т6), который создает парафазные синусоидальные напряжения. Два формирователя (микро-

схемы У15-2 и У14-1) формируют из этих напряжений две последовательности импульсов длительностью 20-30 нс, частотой 10 МГц, сдвинутые друг относительно друга на полпериода (~50 нс). Каждый из формирователей представляет собой одновибратор на двух элементах "И-НЕ", связанных времязадающей цепочкой RC.

Триггер (микросхема У19-1) управляет работой схем "И-НЕ" (У14-2 и У15-1) таким образом, что до прихода импульса внешнего запуска (из кассеты Ф17) парафазные напряжения дифференциального усилителя проходят через эти схемы и переключают триггер на микросхеме У17-1. С помощью элементов задержки У17-2, У15-3, У14-3 и У18 схема сфазирована так, что при этом импульсы на выходе двух схем "И-НЕ" У19-2 отсутствуют. С приходом импульса внешнего запуска триггер У19-1 переключается и подает запрещающий сигнал на схемы "И-НЕ" У14-2 и У15-1; триггер У17-1 при этом остается в том состоянии, которое он имел в момент прихода импульса внешнего запуска, и тогда одна из схем совпадений У19-2 пропустит на свой выход последовательность импульсов с одного из одновибраторов У14-1 или У15-2. Схема "ИЛИ" (микросхема У10-2) служит одновременно для расширения импульсов последовательности до 40-50 нс для надежной работы триггеров делителя частоты.

Переключение триггера У19-1 в исходное состояние производится импульсом T_I с выхода ДПКД. При этом обе схемы совпадений У19-2 запираются и серия импульсов на выходе У10-2 обрывается.

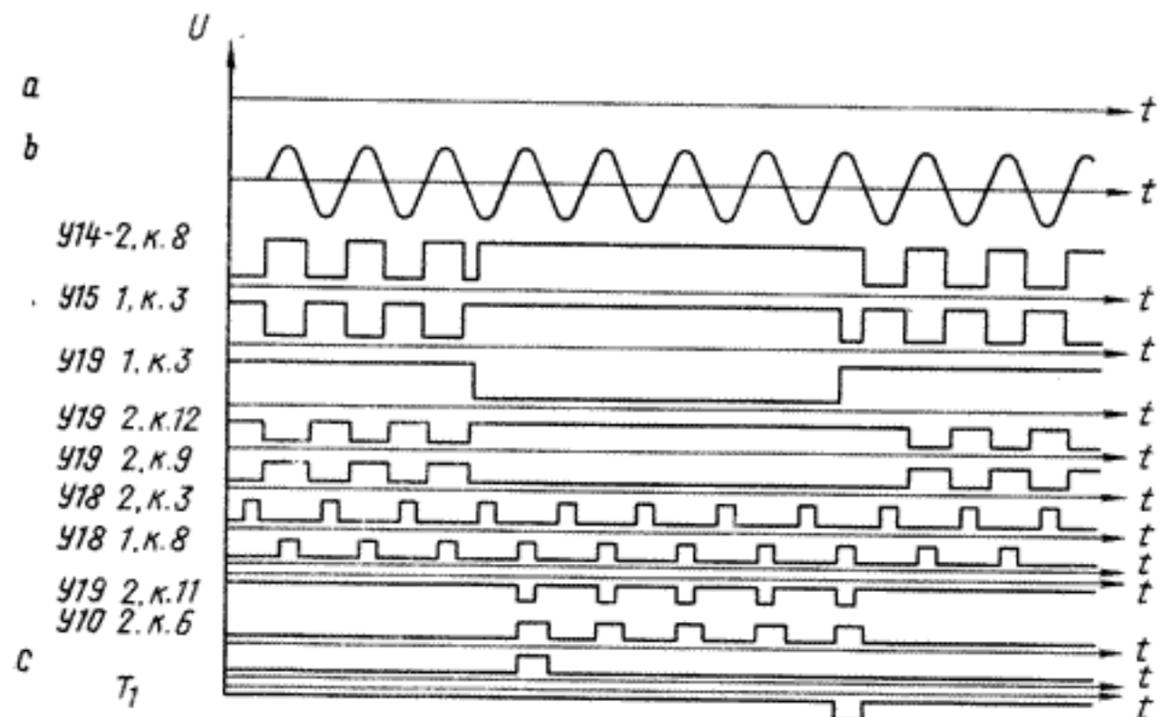


Рис. 15. Временные диаграммы логического устройства делителя Д4: а - импульс внешнего запуска; б - выход умножителя частоты; с - первый импульс

Таким образом, в интервале между импульсом запуска и импульсом T_I на выходе микросхемы У10-2 образуется серия импульсов частотой 10 МГц. В зависимости от фазы импульса внешнего запуска относительно опорной частоты эта серия формируется одним из двух парафазных напряжений дифференциального усилителя (транзисторы Т5, Т6).

Селектор (микросхема У23) служит для выделения из полученной серии импульсов первого импульса, который далее используется в каскаде Ф9 для запуска генератора пилообразного напряжения.

При внутреннем запуске прибора на вход одного из элементов микросхемы У17-2 подается сигнал "ЛОГ. 0" ("КОД ЗАПУСКА АВ") и нижняя из схем совпадений У19-2 постоянно пропускает импульсы формирователя У15-2 на схему У10-2. Таким образом, при внутреннем запуске логическое устройство формирует непрерывную последовательность импульсов частотой 10 МГц.

Через элементы задержки У21-1 серия или непрерывная последовательность импульсов подается на делитель частоты, состоящий из двух декад.

Каждая декада содержит четыре триггера типа 1Э0ТВ1 (У1, У3, У5, У7 и У2, У4, У6, У8). Схема декады на j -к триггер и временные диаграммы к ней приведены на рис. 16 и 17. Все триггеры запускаются синхронно по входу "С", что обеспечивает одинаковую задержку импульса на выходе всех триггеров относительно запускающего импульса и максимальное быстродействие декады. Декада работает в коде "1-2-4-8". До 8-го импульса на входе декады триггеры переключаются как в двоичном счетчике. С приходом 8-го импульса переключается триггер D, с которого подается запрещающий сигнал ("ЛОГ. 0") на вход "j" триггера В, поэтому 10-й импульс на входе декады не воздействует на триггер В. Запускающие импульсы подаются на все триггеры одновременно, а нужная последовательность их переключения достигается подачей управляющих сигналов на входы "j" и "к".

Исходным состоянием для делителя частоты каскада Д4 является состояние "99", а не "00", так как при внешнем запуске первый же импульс серии, с которого начинается работа делителя, должен быть выделен селектором 1-го импульса. Поэтому сброс декады в исходное состояние производится в триггерах А и D (У1, У2, У7 и У8) по входу "S", а в триггерах В и С (У3-У6) по входу "R". Таким образом, триггеры А и D переключаются в состояние "1", а триггеры В и С - в состояние "0".

Переключение триггеров по входам "С", "R" и "S" осуществляется отрицательным перепадом напряжения.

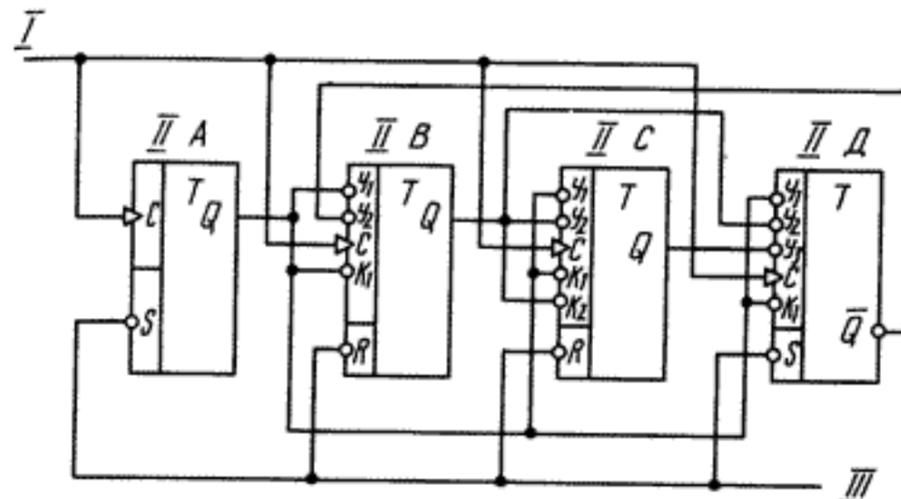


Рис.16. Схема декады на j -к триггерах:
I - запуск; II - триггер; III - сброс

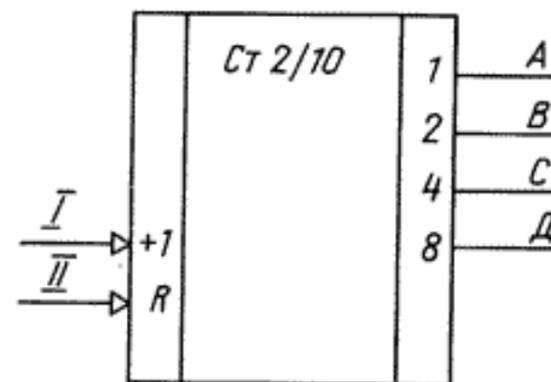


Рис.16.1. Схема декады на двоично-десятичном счетчике:
I - запуск; II - сброс

Микросхемы У9-1 и У10-1 служат для выделения каждого 10-го импульса из последовательности импульсов 10 МГц, т.е. для получения частоты 1 МГц. Аналогично элементы У10-2 и У11 селектируют каждый 100-й импульс, т.е. создают частоту 100 кГц.

Программный переключатель В и микросхемы У16, У13-2, У20 и У22 служат для переключения частоты опорной последовательности импульсов на выходе каскада (контакты 10А, 6А, 5А разъема Ш).

Для обеспечения работы ДПКД в режиме внешнего запуска при внешнем запуске на один из входов микросхемы У22 подается сигнал "ЛОГ. 0", при этом на контактах 6А и 5А разъема Ш устанавливается уровень "ЛОГ. 1".

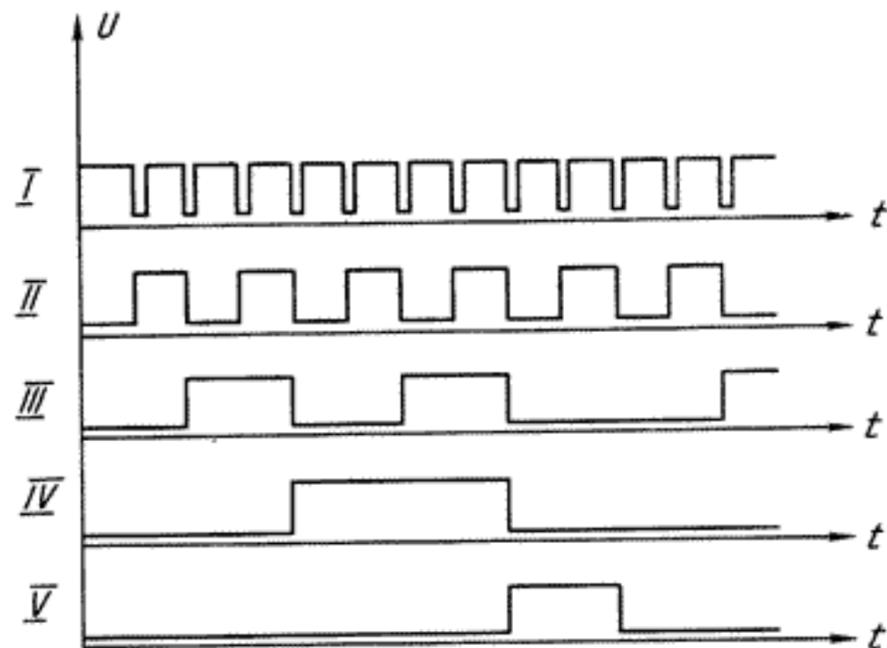


Рис.17. Временные диаграммы декады:
I - запуск; II - триггер А; III - триггер В; IV - триггер С; V - триггер D

6.1.4. Делители частоты Д5 и Д5-1

Делители частоты Д5 и Д5-1 входят в состав ДПКД (делителя частоты с переменным коэффициентом деления). Каждая кассета Д5 содержит:

- декаду из двоично-десятичного счетчика;
- три компаратора (K_0, K_1, K_2);
- схему запуска декады;
- схему сброса декады.

Структурная схема кассеты Д5 (Д5-1) изображена на рис. 18, схема электрическая принципиальная - в приложении ТО1.

Декада образована двоично-десятичным счетчиком У12 (133ИЕ6) по схеме рис. 16.1. Сброс счетчика осуществляется по входу R. Запуск осуществляется по входу +I импульсами с выхода схемы совпадений (верхний элемент микросхемы У10-1). На входы схемы совпадений У10-1 помимо последовательности импульсов ОЧ подаются два разрешающих сигнала: сигнал $A_1 D_1$ с выхода схемы запуска кассеты Д5-1 и сигнал с выхода схемы запуска предыдущей кассеты Д5. Сигнал $A_1 D_1$ имеет уровень "ЛОГ. 1" в интервалах времени, когда декада кассеты Д5-1 (первая декада ДПКД) находится в состоянии "9", а второй разрешающий сигнал имеет уровень "ЛОГ. 1" в те интервалы времени, когда в состоянии "9" находятся декады всех предыдущих кассет Д5. Временные диаграммы схемы селектирования импульсов запуска декады приведены на рис. 19.

Микросхемы У11-2, У11-3 и У10-2 служат для формирования разрешающего сигнала, поступающего на схему запуска следующей декады.

На входы схемы совпадений У10-2 подаются напряжения с выходов А и Д декады (микросхема У12), а также сигнал с выхода схемы запуска предыдущей декады (контакт "Вход схемы запуска" разъема Ш). Когда эти три сигнала имеют уровень "ЛОГ. 1", напряжение на выходе микросхемы У11-2 (контакт 8) также имеет уровень "ЛОГ. 1", что соответствует разрешающему сигналу на контакте "ВЫХОД СХЕМЫ ЗАПУСКА" разъема Ш.

Выходы А, В, С, Д декады (контакты 3, 2, 6, 7 микросхемы У12) соединены с тремя компараторами, построенными идентично. Компаратор K_0 в канале формирования периода Т включает программный переключатель В1 и микросхемы У1-У3. Микросхема У1 производит поразрядное сравнение состояний выходов А, В, С, Д декады с состояниями выходов микросхемы У3, которые соответствуют числу, установленному переключателем В1. Схема совпадений У2 формирует сигнал "ЛОГ. 1" при совпадении этих состояний. Сигнал поступает на контакт "ВЫХОД КОМПАРАТОРА K_0 " разъема Ш. Микросхема У3 управляется либо сигналами с контактов "1", "2", "4", "8" переключателя В1, либо сигналами ДУ с контактов 13Б, 13А, 14Б и 14А разъема Ш. В режиме дистанционного управления переключатель В1 отключается, т.к. на выходе элемента У11-4 создается сигнал "ЛОГ. 1".

Компараторы K_1 (переключатель В2 и микросхемы У4-У6) и K_2 (переключатель В3 и микросхемы У7-У9) аналогичны компаратору K_0 .

Схема сброса декады содержит схему совпадения (нижний элемент У10-1), селектирующую импульс сброса из опорной последовательности импульсов при наличии сигнала "ЛОГ. 1" на контакте 3А разъема Ш ("ВХОД СХЕМЫ СБРОСА"). Этот сигнал формируется на плате Ф17 и является инвертированным сигналом с выхода компаратора $K_{0\Sigma}$ (см. структурную схему ДПКД, рис. 9, а также схему электрическую принципиальную платы Ф17).

При внешнем запуске схема сброса отключается от источника импульсов ОЧ (кассета Д4) и на ее вход подается импульс сброса с контакта 4Б разъема Ш.

Делитель частоты Д5-1 представляет собой первую декаду ДПКД и, кроме перечисленных выше узлов, содержит селектор импульса T_0 и формирователь импульса сброса в режиме внешнего запуска (см. рис. 18). Селектор импульса T_0 собран на микросхемах У13 и У15 и выделяет из последовательности импульсов ОЧ импульс, следующий за импульсом сброса. Формирователь импульса сброса в режиме внеш-

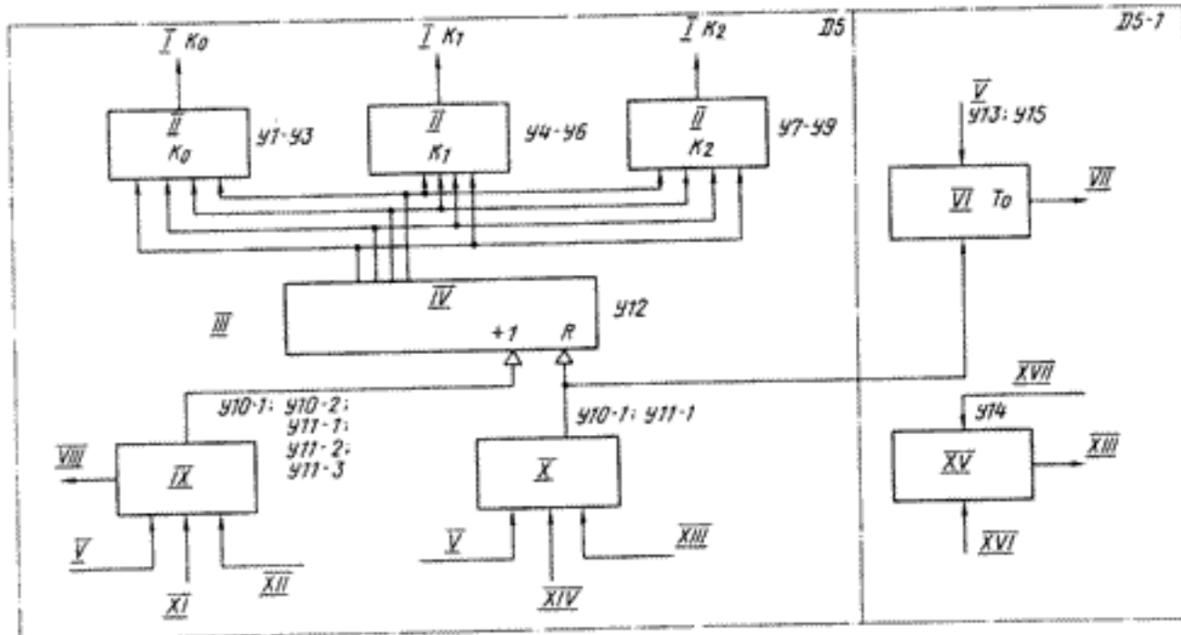


Рис. 18. Структурная схема делителей частоты Д5, Д5-1:
 I - выход компаратора; II - компаратор; III - декада; IV - двоично-десятичные счетчики; V - вход ОЧ; VI - селектор импульса T_0 ; VII - выход T_0 ; VIII - выход схемы запуска; IX - схема запуска; X - схема сброса; XI - вход $A_1 D_1$; XII - вход схемы запуска; XIII - импульс сброса; XIV - вход схемы сброса; XV - формирователь импульса сброса; XVI - код запуска \overline{AB} ; XVII - вход T_1

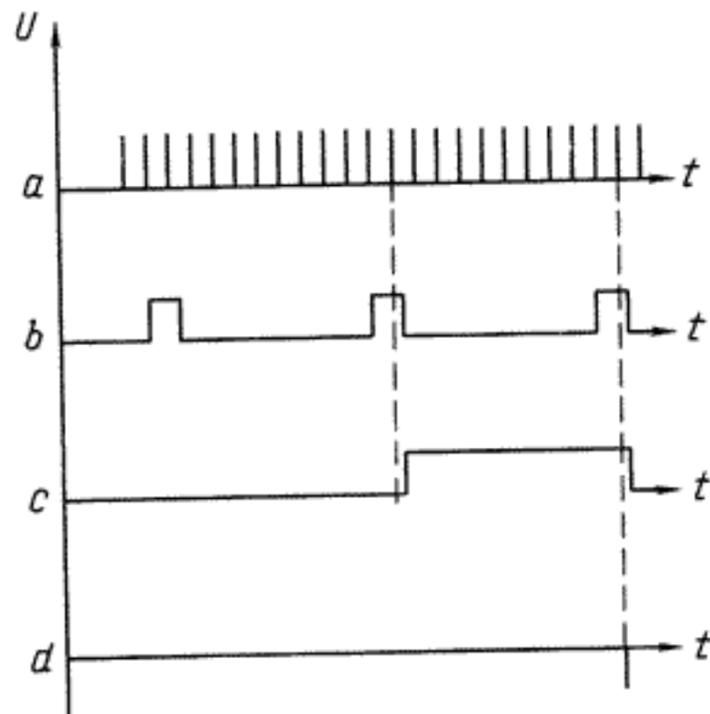


Рис. 19. Временные диаграммы схемы запуска декады:
 а - последовательность импульсов ОЧ; б - вход A_1, D_1 ; в - вход схемы запуска; д - импульс запуска декады

него запуска собран на микросхеме У14 и представляет собой одновибратор, который запускается импульсом T_1 с выхода компаратора $K_{1\Sigma}$ ДПКД (находящегося на плате Ф17). При внешнем запуске на выходы 9 и 5 микросхемы У14 подается сигнал "ЛОГ. 1", и импульс одновибратора проходит на схему сброса У10-1, а также на выход кассеты (контакты 4Б и 7А разъема Ш). В этом режиме импульсы ОЧ на входе схемы сброса отсутствуют. При внутреннем запуске прибора на выходах формирователя У14 создается сигнал "ЛОГ. 1".

Особенностью кассеты Д5-1 является также то, что выходной сигнал схемы совпадений запуска подается на контакт "ВХОД $A_1 D_1$ " разъемов всех кассет Д5 и управляет работой схем запуска всех декад ДПКД, начиная со второй.

Схема запуска в кассете Д5-1 служит для того, чтобы исключить совместное действие импульсов сброса и запускающего импульса в момент селектирования импульса сброса. На контакт "ВХОД СХЕМЫ ЗАПУСКА" в этой кассете подается напряжение с выхода компаратора $K_{0\Sigma}$ (платы Ф17), соответствующее "ЛОГ. 0" во время действия импульса сброса и блокирующее прохождение импульса запуска на запуск декады (см. временные диаграммы рис. 10).

Делители частоты Д5 и Д5-1 выполнены на микросхемах серии 130 (130ЛР3; 130ЛА3; 130ЛА4; 130ЛН1) и серии 133 (133ЛП5; 133ЛА3; 133ИЕ6). Микросхемы У13-У15 в кассетах Д5 не устанавливаются.

6.1.5. Формирователь Ф9

Формирователь Ф9 (структурная схема - рис. 20, электрическая принципиальная схема - в приложении ТО1) является частью устройства фазовой привязки и работает только в режиме внешнего запуска генератора.

Кассета Ф9 включает:

- генератор пилообразного напряжения записи и воспроизведения ГПН-1 и ГПН-2;
- генератор пилообразного напряжения схемы электронной задержки ГПН-3;
- схемы сравнения I, II, III;
- усилитель импульса сброса;
- формирователь.

Нормализованный импульс внешнего запуска из кассеты Ф17 поступает в кассету Ф9 на формирователь (микросхема У1-1), представляющий собой одновибратор на двух элементах "И-НЕ" с времязадающей цепочкой С4, R1. Расширенный одновибратором импульс длительностью около 200 нс запускает генератор пилообразного напряжения ГПН-3 схемы электронной задержки. Эта схема служит

для создания задержки импульса внешнего запуска на время 150 нс, а также для задержки импульса, формирующего опорный импульс T'_0 в режиме внешнего запуска. ПН-3 собран на трех транзисторах транзисторной матрицы У2 типа 2Т0613А.

Транзисторы У2-1 и У2-3 образуют переключатель тока, в эмиттерной цепи которого включен транзистор У2-2, стабилизирующий ток заряда емкости С10, включенной в коллекторную цепь транзистора У2-1. Ток заряда задается делителем напряжения на резисторах R2+R5, включенных в цепь базы транзистора У2-2. Исходно открытый транзистор У2-1 запирается отрицательным импульсом одновибратора У1-1, при этом отпирается транзистор У2-3, и емкость С10 начинает заряжаться. Когда напряжение на емкости достигает потенциала анода диода Д2, а затем Д3, диоды отпираются и на транзисторах Т1 и Т2 формируются импульсы, задержка которых относительно импульса одновибратора У1-1 пропорциональна потенциалу на делителях из резисторов R17, R18 и R20, R21, R22 соответственно. Импульс с коллектора транзистора Т2, задержанный примерно на 170 нс, через инвертор У4-3 поступает на одновибратор (микросхема У3-2), который формирует импульс длительностью 30-40 нс - опорный импульс T'_0 в режиме внешнего запуска. Задержка его регулируется в некоторых пределах резистора R20.

Импульс с коллектора транзистора Т1, имеющий задержку около 100 нс, подается на одновибратор У4-2, где формируется импульс длительностью 110-120 нс для переключения ПН-1.

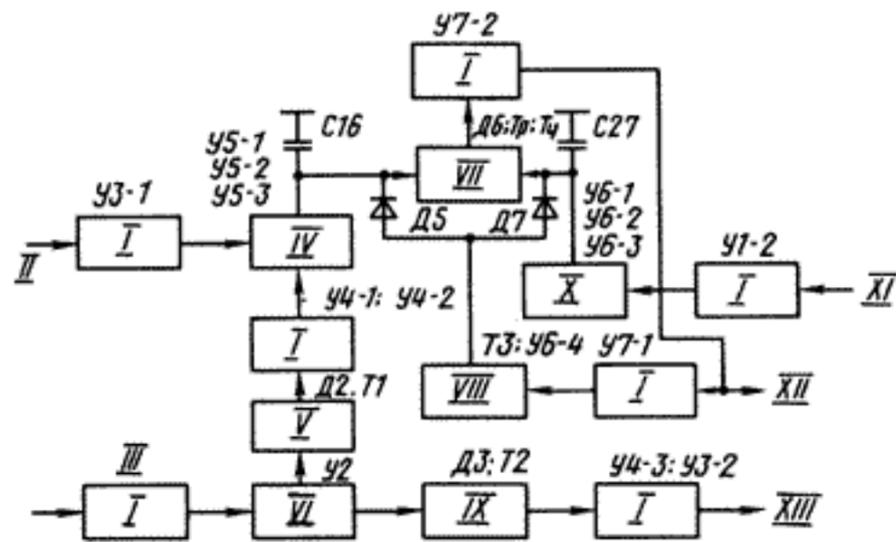


Рис.20. Структурная схема формирователя Ф9:

I - формирователь; II - вход первого импульса; III - импульс внешнего запуска У1-1; IV - ПН-1; V - схема сравнения; VI - ПН-3; VII - схема сравнения; VIII - усилитель сброса; IX - схема сравнения; X - ПН-2; XI - вход; XII - выход T_I ; XIII - выход T'_0

ПН-1 построен на транзисторах У5-1, У5-2, У5-3 транзисторной матрицы 2Т0613А и во всем подобен ПН-3. Запуск ПН-1 производится I-м импульсом серии ОЧ, выделенным в делителе частоты Д4 и сформированным в каскаде Ф9 одновибратором У3-1. При этом транзистор У5-3 закрывается, У5-1 - открывается, и емкость С16 начинает заряжаться. Когда задержанный на 100 нс импульс отрицательной полярности одновибратора У4-2 поступает на базу транзистора У5-1, ток через транзистор прекращается, и процесс заряда емкости С16 заканчивается. Достигнутое к этому моменту напряжение на емкости запоминается. Оно пропорционально задержке между первым импульсом опорной последовательности и импульсом формирователя (У4-2). Так как первый импульс селектируется из последовательности импульсов опорной частоты, интервал неопределенности временного положения импульса внешнего запуска относительно первого импульса составляет 50 нс. Таков же интервал неопределенности пилообразного напряжения ПН-1 относительно импульса формирователя (У4-2). Задержка этого импульса в схеме электронной задержки выбирается так, чтобы при любой фазе импульса внешнего запуска относительно последовательности ОЧ задержанный импульс был бы смещен не менее чем на 25 и не более чем на 75 нс относительно начала пилообразного напряжения. Так как максимальная длительность "пила" примерно 100 нс, запоминание напряжения происходит в пределах наиболее линейного участка "пилы" (см. временные диаграммы на рис. 21).

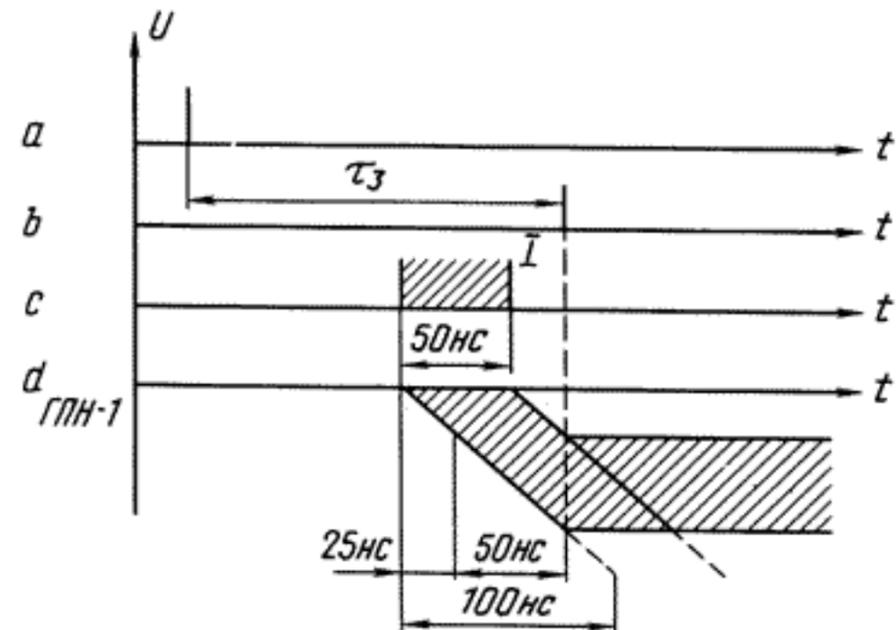


Рис.21. Временные диаграммы к схеме формирователя Ф9:

a - импульс внешнего запуска; б - импульс одновибратора У4-2; в - первый импульс серии; г - ПН-1

Конденсатор С16 подключен к источнику тока заряда и к цепи разряда через диоды Д4 и Д5, а к схеме сравнения через диод Д6. Так как диоды Д4, Д5 и Д6 типа АЦ10А имеют очень малый обратный ток, заряд на конденсаторе С16 сохраняется в течение длительного времени.

Генератор пилообразного напряжения ГПН-2 запускается через формирователь на микросхеме У1-2 импульсом T_I с выхода ДПКД. ГПН-2 выполнен на транзисторах микросхем У6-1, У6-2 и У6-3. Конденсатор С27 заряжается до напряжения, запомненного конденсатором С16 в ГПН-1. При равенстве напряжений срабатывает схема сравнения П на диоде Д6, трансформаторе Тр и транзисторе Т4. Формирователь на микросхеме У7-2 вырабатывает импульс длительностью 150-250 нс, который является задержанным импульсом T_I' в режиме внешнего запуска.

Микросхема У7-1 формирует импульс сброса длительностью примерно 300 нс, который усиливается транзисторами У6-4 и Т3 и через диоды Д5, Д7 и Д1 подается на емкости С10, С16 и С27. Емкости разряжаются и схема возвращается в исходное состояние.

6.1.6. Формирователь Ф8

Формирователь Ф8 предназначен для формирования синхроимпульсов " V_0 " и " V_I ", переключения режима "Л - лл", а также коммутации импульсов T_0 , T_0' , T_I , T_I' и T_2 в зависимости от вида запуска

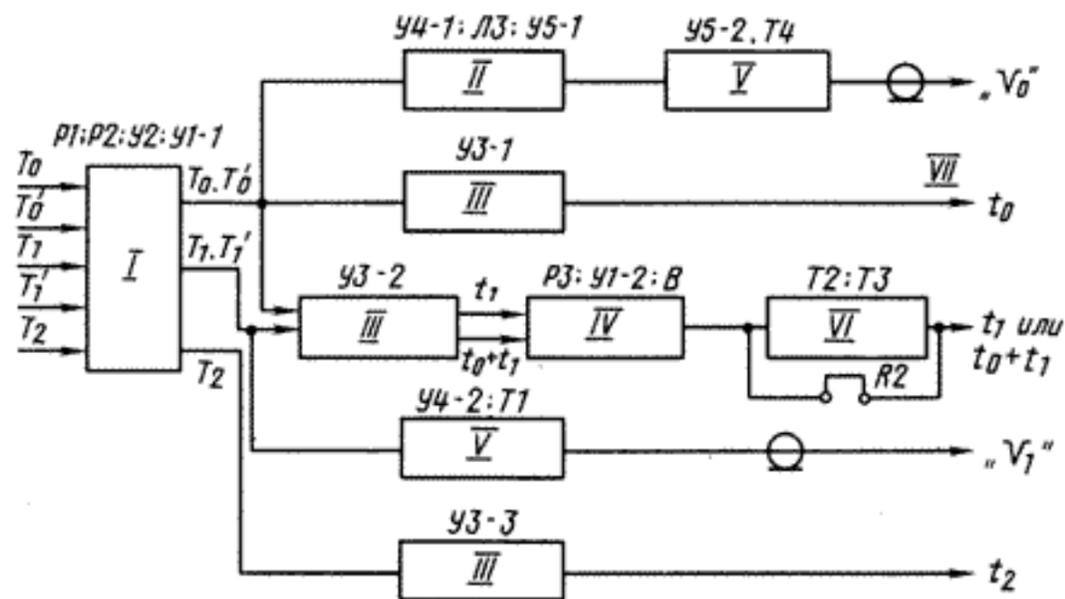


Рис.22. Структурная схема формирователя Ф8:
I - схема коммутации; II - линия задержки; III - инверторы; IV - схема коммутации; V - формирователь синхроимпульса; VI - формирователь узкого импульса; VII - выход t_0

прибора (внутренний-внешний). Структурная схема кассеты Ф8 приведена на рис. 22, схема электрическая принципиальная - в приложении ТО1.

Коммутация импульсов T_0 , T_I , T_2 , формируемых при внутреннем запуске, и T_0' и T_I' , формируемых при внешнем запуске, производится с помощью реле Р1 и Р2. Реле управляются транзисторами матрицы У2 и микросхемами У1-1, которые переключаются сигналом "КОД ЗАПУСКА АВ", поступающим из кассеты Ф17. В режиме внутреннего запуска импульсы T_0 , T_I и T_2 проходят через контакты реле Р1, микросхемы У3-1, У3-3 и нижний элемент микросхемы У3-2 на контакты "ВЫХОД t_0 ", "ВЫХОД t_I " и "ВЫХОД t_2 " разъема Ш3. В режиме внешнего запуска на те же контакты разъема Ш3 приходят импульсы T_0' и T_I' (второй задержанный импульс при внешнем запуске отсутствует).

Кроме того, импульс T_0 или T_0' поступает на формирователь синхроимпульса " V_0 ", состоящий из одновибратора на микросхеме У5-2 и усилителя на транзисторе Т4.

Импульс T_I или T_I' поступает на формирователь синхроимпульса " V_I " (микросхема У4-2 и транзистор Т1).

В режиме парных импульсов импульсы T_0 (или T_0') и T_I (или T_I') суммируются на верхнем элементе микросхемы У3-2 и через контакты реле Р3 поступают на "ВЫХОД t_I " кассеты. Реле Р3 включены в коллекторную цепь двух транзисторов матрицы У2, управляемых микросхемой У1-2. Переключение микросхемы У1-2 производится либо тумблером В, либо сигналом с контактов дистанционного управления "ДУ (А)" и "ДУ (0)" разъема Ш1.

Формирователь на транзисторах Т2 и Т3 служит для получения узкого импульса длительностью 5-10 нс на контакте "ВЫХОД" разъема Ш1 и включается при разомкнутой перемычке П2.

Подстроечные конденсаторы С1, С3, С4 и С14 служат для точного совмещения фронтов импульсов на выходе прибора при установленных временных сдвигах Д1 и Д2, равных 0.

6.1.7. Формирователь длительности (Ф4, Д1-2)

Формирователь длительности, включающий кассеты Ф4 и Д1-2, позволяет получить два импульса: опорный и задержанный, который может изменять свое положение относительно опорного импульса в пределах 10 нс - 1 с.

В основу схемы формирования положен принцип сравнения опорного напряжения с линейно-нарастающим напряжением на конденсаторе. Для расширения диапазона установки длительности использованы декадные делители с применением микросхем.

Структурная схема формирователя Ф4 приведена на рис. 23, схема электрическая принципиальная - в приложении ТО1.

В основу формирования временного сдвига положен заряд конденсатора через токостабилизатор (транзистор Т9) и разряд его через транзистор Т10.

При сравнении опорного напряжения, установленного на схеме сравнения (транзистор Т2), с возрастающим напряжением заряда, транзистор схемы сравнения Т2 открывается, и в его коллекторе появляется отрицательный импульс, который опрокидывает триггер (туннельный диод Д6). Изменение величины емкости конденсатора, а также тока заряда приводит к изменению наклона пилообразного напряжения и к изменению задержки.

В диапазоне задержек до 10 мкс схема работает в "полукольце", т.е. триггер запускается внешним пусковым импульсом, поступающим на контакт 7А разъема, открывается токостабилизатор (транзистор Т9) и заряжается конденсатор (С16 или С17, или С20, или С23).

Эпоры напряжений схемы приведены в схеме электрической принципиальной на формирователь Ф4.

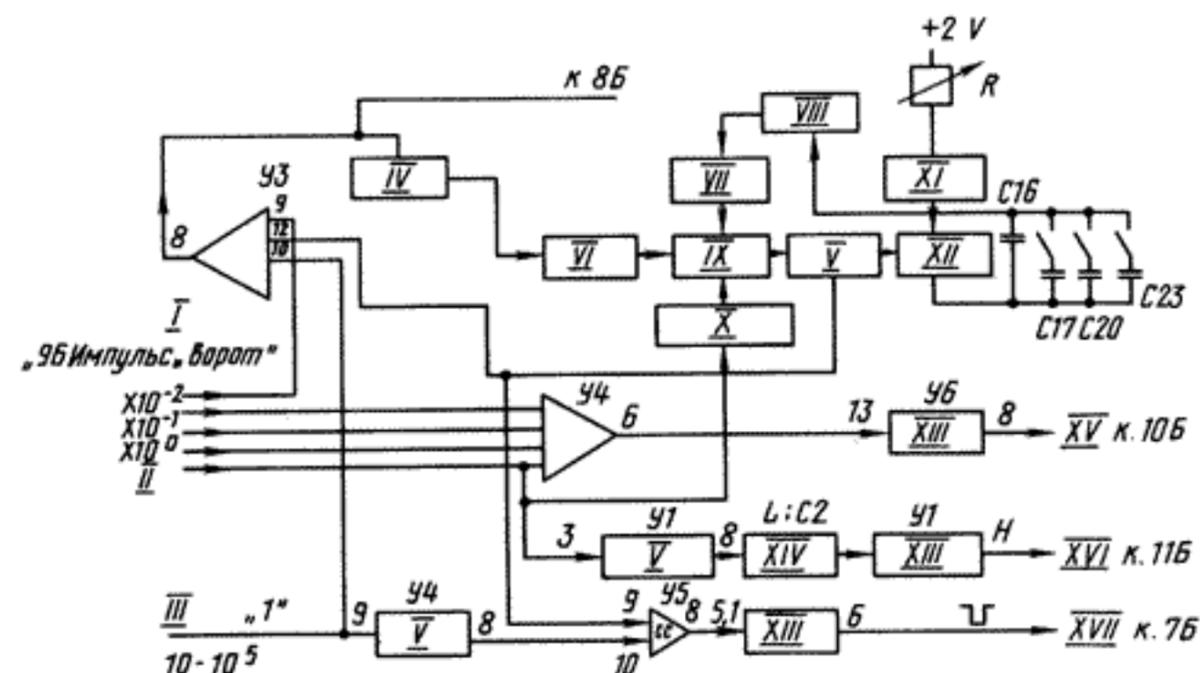


Рис.23. Структурная схема формирователя длительности Ф4:
 I - "9B импульс "Ворот"; II - запускающий импульс к.7А; III - сигнал управления "I"; IV - линия задержки; V - инвертор; VI - формирователь перезапуска Т5; VII - формирователь сброса; VIII - схема сравнения Т2; IX - триггер Д6; X - формирователь запуска Т5; XI - стабилизатор тока Т9; XII - тоновый ключ; XIII - формирователь; XIV - линия задержки; XV - импульс подготовки к.10Б; XVI - запускающий импульс к.11Б; XVII - импульс к.7Б

При формировании временного сдвига более 10 мкс в работу включаются декадные делители - в этом случае схема формирователя работает в "кольце", т.е. после опрокидывания триггера схема перезапускается через линию задержки ЛЗ и транзистор Т3. Процесс будет повторяться до тех пор, пока схема совпадений У3 не закроется импульсом "ворот", поступающим с делителя. При работе без делителей (на поддиапазонах " 10^{-2} ", " 10^{-1} ", "1") на кассету Ф4 приходит сигнал управления, имеющий уровень напряжения "ЛОГ.0". Этот потенциал подается на схему совпадений У3 и не пропускает через нее импульс схемы сравнений - "кольцо" разорвано, схема работает в "полукольце" и ждет импульса запуска. Одновременно эти сигналы запрета приходят на схему У4 и не пропускают через нее запускающий импульс, из которого формируется импульс подготовки. Таким образом, при формировании временного сдвига до 10 мкс, импульс подготовки отсутствует.

В коллекторе транзистора Т7 образуется прямоугольный импульс, спад которого соответствует установленной величине временного сдвига. С помощью формирователя, выполненного на микросхеме У5, спад преобразуется в короткий (примерно 20 нс) импульс. Этот импульс поступает на контакт 7Б разъема под обозначением "Г импульс".

Для получения временного интервала 10 нс необходимо задержать импульс, относительно которого будет производиться отсчет. С этой целью запускающий импульс с контакта 7А разъема проходит через звено задержки (L-C2), формирователь на микросхеме У1 и выходит на контакт 11Б разъема.

Структурная схема делителя Д1-2 приведена на рис. 24, схема электрическая принципиальная - в приложении ТО1.

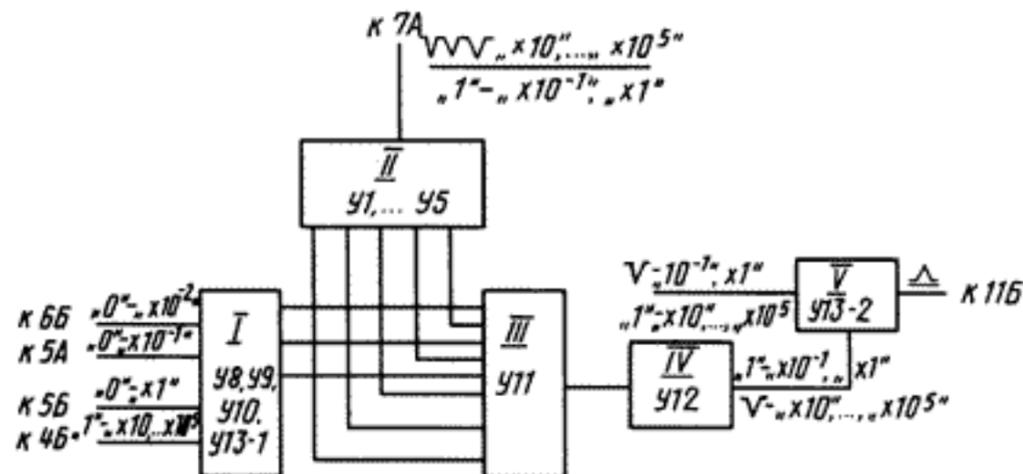


Рис.24. Структурная схема делителя Д1-2:
 I - логическое устройство; II - декадный счетчик; III - селектор декадных импульсов; IV - формирователь импульсов; V - схема ИЛИ

Делитель содержит:
 декадный счетчик;
 логическое устройство переключения поддиапазонов и управления селектором декадных импульсов;
 селектор декадных импульсов;
 формирователь импульсов;
 схему "ИЛИ";
 триггер "ВОРОТ".

Основу делителя составляет декадный счетчик, состоящий из пяти декад, каждая из которых имеет коэффициент деления 10. Декады включены последовательно. Запуск каждой следующей декады производится импульсом предыдущей декады. Последовательность импульсов на вход первой декады поступает с выхода кассеты Ф4 на поддиапазонах "x10"... "x10⁵". Декада выполнена на одной микросхеме типа I33IE2 - двоично-десятичный счетчик, включенный по схеме делителя на 10. Собственно счетчик выполнен на микросхемах У1...У5. Декадные импульсы поступают на селектирующее устройство.

Логическое устройство совместно с программно-кодовым переключателем обеспечивает подачу на кассету Ф4 "ЛОГ 0" для подключения соответствующих конденсаторов на поддиапазонах "x10⁻²", "x10⁻¹", "x1" и "ЛОГ 1" на остальных поддиапазонах, когда в работу включается декадный счетчик. Кроме того, логическое устройство подает управляющие сигналы - "ЛОГ 0" и "ЛОГ 1" на селектор декадных импульсов. Логическое устройство выполнено на микросхемах У8, У9, У10, У13-1. Инвертор на У3 обеспечивает развязку дистанционного управления делителя от местного управления с переключателя В1.

Селектор декадных импульсов обеспечивает прохождение импульсов декад на формирователь импульсов. Селектор декадных импульсов выполнен на микросхеме У11 типа I33 КП5.

Формирователь импульсов формирует импульсы длительностью 20-30 нс из положительных перепадов декадных импульсов. Формирователь импульсов выполнен на микросхеме У12. Импульсы с формирователя поступают на схему "ИЛИ".

Схема "ИЛИ" обеспечивает прохождение с инвертированием импульсов кассеты Ф4 (контакт 6А делителя) и формирователя импульсов в зависимости от установленного поддиапазона. Выполнена схема ИЛИ на инверторе У13-2.

Триггер "ВОРОТ", выполненный на половине микросхемы У12 подает импульс положительной полярности на кассету Ф4. Импульс "ВОРОТ" разрешает перезапуск триггера кассеты Ф4, с окончанием импульса перезапуск триггера невозможен. Таким образом импульс "ВОРОТ" определяет число импульсов во входной последовательности,

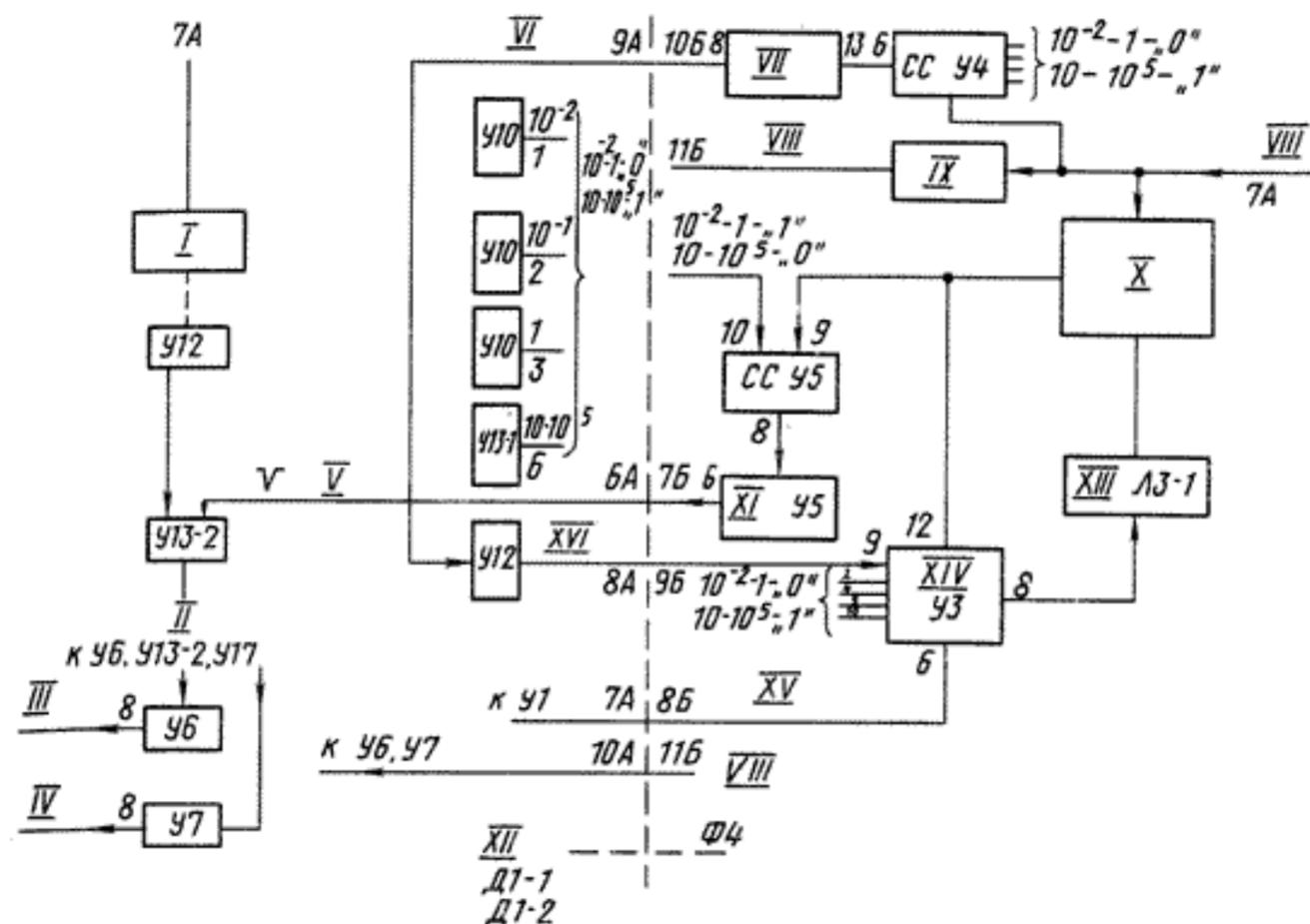


Рис.25. Структурная схема делителя и формирователя:

I - декадный счетчик; II - на коммутацию выходных импульсов; III - выход I; IV - выход II; V - импульс; VI - импульс подготовки; VII - формирователь У6; VIII - запускающий импульс; IX - формирователь У1; X - триггер ППН (схема сравнения); XI - формирователь У5; XII - делитель; XIII - линия задержки ЛЗ-1; XIV - схемы совпадений; XV - серия импульсов; XVI - импульс "Ворот"

поступающей на декадный счетчик из кассеты Ф4. Триггер "ВОРОТ" запускается импульсом подготовки, сформированным в кассете Ф4, а обрывается импульсом формирователя, выполненным на микросхеме У12 делителя.

6.2. Принцип действия формирователя ФВЗ

Формирователь параметров основных импульсов ФВЗ определяет диапазон и погрешность регулировки амплитуды основных импульсов, параметры искажений основных импульсов (длительность фронта и среза, выбросы на вершине и в паузе, неравномерность на вершине и в паузе), диапазон и погрешность базового смещения на выходе

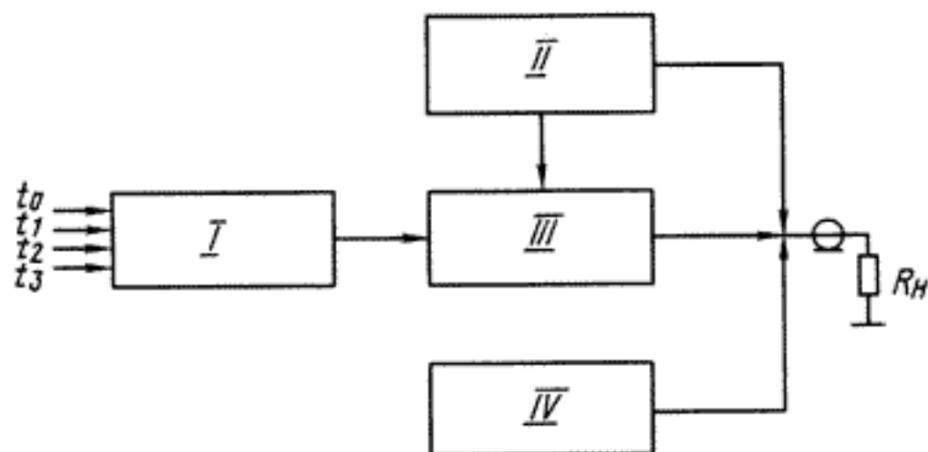


Рис. 26. Структурная схема формирователя параметров основных импульсов ФВЗ:

I - коммутатор импульсов запуска и обрыва ФИ8; II - схема регулировки амплитуды импульсов С5, С7, С8-1; III - формирователь основных импульсов ФИ6; IV - схема регулировки базового смещения на выход С6

прибора; здесь же производится выбор режима работы прибора по способу установки длительности импульсом, а также переключение полярности и вида основных импульсов и переключение в режим постоянного тока.

Структурная схема формирователя, приведенная на рис. 26, содержит:

- коммутатор импульсов запуска и обрыва (кассета ФИ8);
- формирователь основных импульсов (кассета ФИ6);
- схему регулировки амплитуды основных импульсов (стабилизаторы С5, С7 и С8-1);
- схему регулировки базового смещения на выходе (стабилизатор С6).

На рис. 27 представлены временные диаграммы формирователя ФВЗ.

На вход формирователя ФВЗ поступают импульсы t_0 (опорный), t_1 , t_2 и t_3 (задержанные). Коммутатор импульсов запуска и обрыва служит для коммутации этих импульсов на входы запуска и обрыва формирователя основных импульсов в зависимости от способа установки длительности основных импульсов (режим работы "1", "2", "3"), а также в зависимости от вида основных импульсов ("нормальный" - "опрокинутый").

Формирователь основных импульсов ФИ6 формирует импульс по длительности и определяет форму основных импульсов (длительность

Рис. 27. Временные диаграммы формирователя параметров основных импульсов ФВЗ:

I - импульс на выходе прибора; II - режим "1"; III - режим "2"; IV - режим "3"

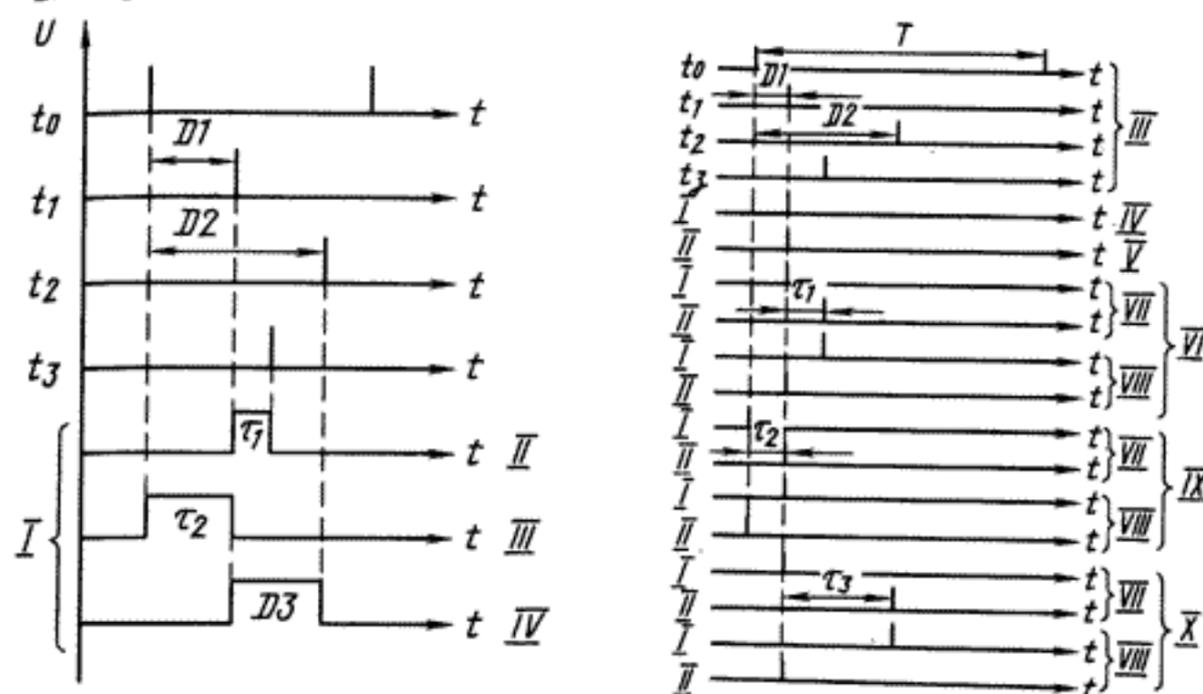


Рис. 28. Распределение импульсов на выходах "запуск" и "обрыв" формирователя ФИ8:

I - запуск; II - обрыв; III - входные импульсы; IV - режим "+"; V - режим "-"; VI - режим "1"; VII - "нормальный"; VIII - "опрокинутый"; IX - режим "2"; X - режим "3"

фронта и среза, неравномерность вершины и в паузе и выбросы на вершине и в паузе).

Амплитуда основных импульсов на выходе прибора определяется током через сопротивление нагрузки R_n и регулируется стабилизаторами тока регулировки амплитуды импульсов. Стабилизатор тока базового смещения определяет базовое смещение на выходе прибора.

6.2.1. Формирователь ФИ8

Формирователь ФИ8 предназначен для коммутации импульсов t_0 , t_1 , t_2 и t_3 на входы запуска и обрыва триггера формирователя ФИ6 и переключения реле полярности; дополнительно здесь же происходит формирование короткого импульса, необходимого для запуска формирователя Ф4. Электрическая принципиальная схема касетты ФИ8 приведена в приложении ТО1.

Переключателем В1 выбирается режим работы генератора ("1", "2", "3") по способу установки длительности τ выходного импульса, и, в зависимости от этого, из перечисленных выше импульсов выбираются те, которые в данном режиме нужны для переключения выходного каскада.

Переключателем В2 переключается полярность выходных импульсов, вид импульсов ("нормальный"-"опрокинутый") и режим постоянного тока.

Временные диаграммы, иллюстрирующие распределение импульсов на выходах "запуск" и "обрыв" кассеты Ф18 при различных режимах работы генератора, приведены на рис. 28.

Коммутация входных импульсов (t_0 , t_1 , t_2 и t_3) и установка всех режимов осуществляется с помощью реле Р1-Р6, обмотки которых включены в коллекторные цепи транзисторов матрицы У5 (2ТС613А) и транзистора Т3.

Сигналы управления транзисторами У5, Т3 формируются микросхемами У1-У4, У6.

Формирователь короткого импульса собран на двух транзисторах Т1 и Т2 типа 2Т316Б и формирует импульс длительностью около 10 нс, необходимый для запуска триггера формирователя Ф4. Дистанционное управление осуществляется замыканием на корпус контакта I5А разъема Ш (при подключении источника сигналов ДУ). При этом на контакты "0" переключателей В1, В2 с микросхемы У3 приходит сигнал "ЛОГ. 1" и переключатели отключаются. Остальные контакты дистанционного управления дублируют кодовые шины переключателей В1 и В2.

6.2.2. Формирователь Ф16

Формирователь Ф16 предназначен для формирования выходных импульсов генератора с заданными параметрами искажений и амплитудой. Схема электрическая принципиальная и перечень элементов кассеты даны в приложении ТО1.

Формирователь совместно со стабилизаторами положительного и отрицательного тока и тока базового смещения на выходе (С6, С7, С8-1) дает возможность получать на внешней нагрузке $R_H = 50 \text{ Ом}$ импульсы обеих полярностей нормальные и опрокинутые амплитудой 1-10 В с возможностью базового смещения на выходе $\pm 2 \text{ В}$.

Структурная схема формирователя Ф16 приведена на рис. 29. Она включает триггер, усилитель тока из трех токовых ключей и выходной каскад. На том же рисунке показано подключение к формирователю стабилизаторов тока С7, С8-1 и С6 для пояснения их совместной работы.

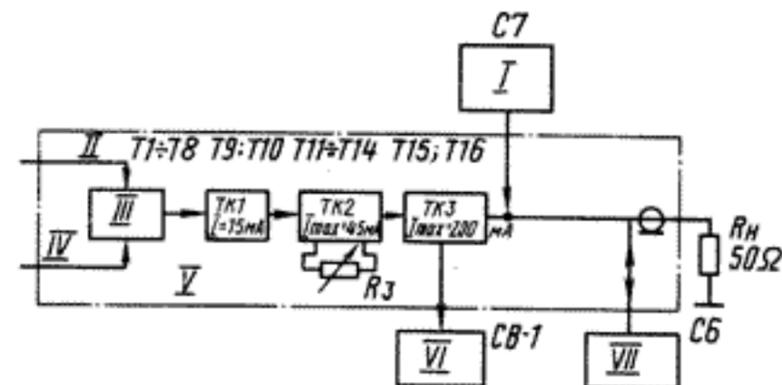


Рис.29. Структурная схема Ф16:

I - стабилизатор положительного тока $I_{ст}^+$; II - запуск; III - триггер; IV - обрыв; V - формирователь Ф16; VI - стабилизатор тока $I_{ст}^-$; VII - стабилизатор тока $I_{ст}^+$

Импульсы запуска и обрыва поступают на триггер (транзисторы Т1-Т8 типа 2Т316Б). Триггер формирует противофазные импульсы длительностью τ равной интервалу между импульсами запуска и обрыва.

С выхода триггера импульсы поступают на линейку трехтоковых ключей (ТК) (транзисторы Т9-Т16). Каждый токовый ключ имеет коэффициент усиления по току $K \approx (2-4)$. Связь между ключами осуществляется с помощью стабилитронов (Д1, Д3, Д5-Д6).

Ток в первом ключе ТК1 (транзисторы Т9, Т10 типа 2Т316Б) равен $I_1 = 15 \text{ мА}$.

Ток во втором ключе (транзисторы Т11-Т14 - 2Т316Б) изменяется от 10 до 45 мА при регулировке амплитуды выходного сигнала от 1 до 10 В. Это изменение осуществляется с помощью реле Р2-Р5, которые коммутируют резисторы R22, R24, R26, R28, находящиеся в цепи эмиттера второго ключа. Реле управляются переключателями "АМПИТУДА V" кассеты С5. Изменение тока во втором ключе позволяет получить минимальные искажения импульса при малых амплитудах выходного сигнала (1-2 В).

Третий ключ (транзисторы Т15, Т16 типа 2Т610А) осуществляет коммутацию положительного тока I^+ от стабилизатора С7. Для получения импульсов отрицательной полярности и базового смещения на выходе к выходу подключаются источники отрицательного тока и тока смещения (С8-1 и С6).

Рассмотрим работу последнего токового ключа ТК3 (транзисторы Т15, Т16 типа 2Т610А), изображенного на рис. 30.

Питание ключа Т15, Т16 осуществляется от изолированного источника $\pm 30 \text{ В}$. Положительный полюс этого источника коммутируется с помощью реле Р1 либо на корпус, если выходные импульсы положи-

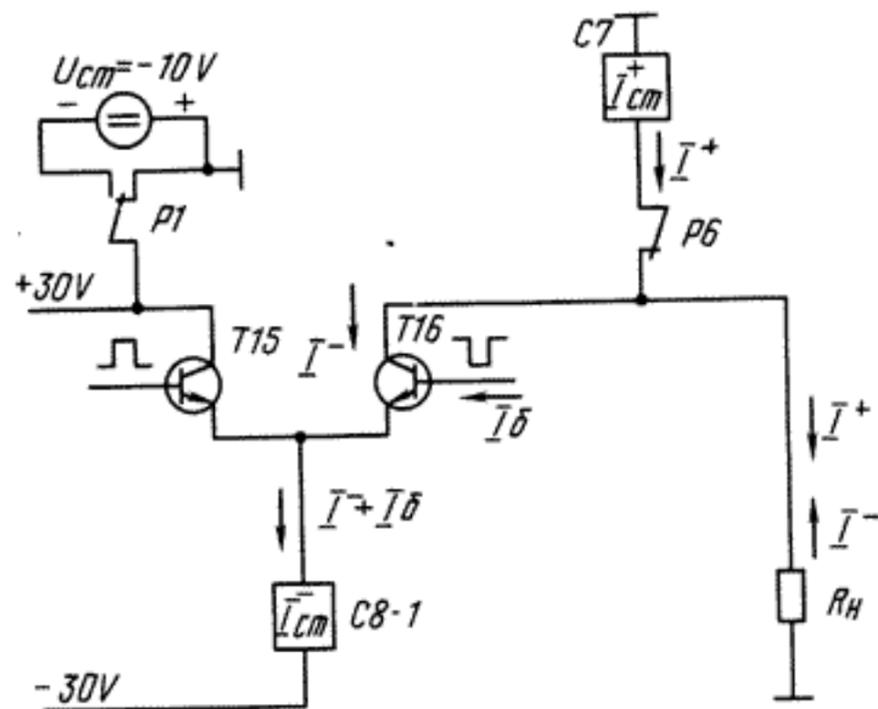


Рис.30. Выходной каскад генератора

тельной полярности, либо на источник -10 В (стабилитрон Д4), если импульсы отрицательной полярности.

Необходимость включения источника -10 В в цепь коллектора транзистора Т15 связана с тем, что в режиме отрицательных выходных импульсов коллектор транзистора Т16 должен иметь потенциал $U_K = -10$ В в открытом состоянии.

Таким образом, импульсное напряжение на выходе нагруженного генератора ($R_H = 50$ Ом) можно определить путем алгебраического сложения токов I^+ , I^- . Суммирование токов для получения импульсов положительной и отрицательной полярности показано на рис. 31.

Ток базового смещения (на рис. 30 не показан) также суммируется на нагрузке R_H с токами стабилизаторов С7 и С8-1, создавая постоянную составляющую тока, которая смещает уровень сигнала вверх или вниз на величину до ± 2 В.

На случай отключения R_H во время работы для предотвращения выхода из строя транзистора Т16 из-за пробоя в цепи коллектора предусмотрена защита (Д8-Д10, R44). При повышении напряжения в цепи коллектора Т16 более чем на 18 В относительно корпуса, открываются диоды Д9, Д10 и ограничивают его на уровне напряжения стабилизации стабилитрона Д8 ($U_{ст} = 18$ В).

Со стороны выхода транзистора Т16 защищен ограничителями (Д7, Д11, R36) и (Д8-Д10, R44).

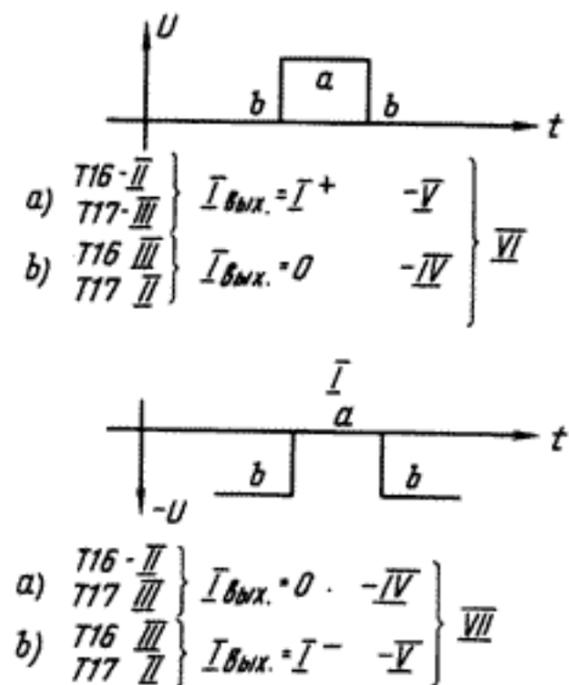


Рис.31. Суммирование токов при формировании нормального импульса положительной и отрицательной полярности:

I - импульс отрицательной полярности; II - закрыт; III - открыт; IV - пауза; V - вершина; VI - P6 включено; VII - P6 выключено

6.2.3. Схема регулировки амплитуды основных импульсов (стабилизаторы С5, С7 и С8-1)

Схема регулировки амплитуды основных импульсов включает три касеты (С5, С7 и С8-1). На структурной схеме рис. 29 показано соединение этих касет с формирователем Ф16 и сопротивлением нагрузки $R_H = 50$ Ом.

На касете С7 расположен стабилизированный калиброванный источник постоянного тока положительной полярности (I^+ ст) с пределами регулировки тока от 20 до 200 мА, создающий на сопротивлении нагрузки 50 Ом калиброванное регулируемое напряжение от 1 до 10 В с дискретностью I; 0,1; 0,01 В.

На касете С8-1 расположен стабилизированный калиброванный источник постоянного тока отрицательной полярности с пределами регулировки тока от 20 до 200 мА, создающий на сопротивлении нагрузки 50 Ом калиброванное регулируемое напряжение от 1 до 10 В с дискретностью I; 0,1 и 0,01 В.

Синхронная регулировка тока двух стабилизаторов производится тремя программными переключателями касеты С5.

Схемы всех стабилизаторов идентичны и выполнены по схеме компенсационного стабилизатора тока с последовательным регулирующим элементом.

Регулировка тока осуществляется изменением сопротивления измерительных (эталонных) резисторов, включенных последовательно с регулирующим элементом и сопротивлением нагрузки, вследствие чего схема сравнения стабилизаторов работает при постоянном опорном напряжении и одинаковом напряжении (8 В), снимаемом с измерительного сопротивления, во всем диапазоне токов нагрузки.

Измерительные сопротивления выполнены по схеме параллельного типа и имеют три разряда. Разряды состоят из четырех резисторов, сопротивления которых пропорциональны весам двоично-десятичного кода (1, 2, 4, 8). Коммутация разрядных резисторов производится посредством реле, управление которым производится программными переключателями и усилительными каскадами, расположенными на каскаде С5.

Источники опорного напряжения всех стабилизаторов идентичны, представляют собой параметрические стабилизаторы напряжения на стабилитронах Д818Е, параллельно которым включены регулируемые делители напряжения, состоящие из одного постоянного и двух переменных резисторов, обеспечивающих грубую и плавную калибровку.

Усилители обратной связи двухкаскадные, идентичные для всех стабилизаторов тока и отличаются только видом проводимости используемых транзисторов в зависимости от полярности источников.

Первый каскад выполнен по дифференциальной схеме, на один вход которой подается напряжение с регулируемого делителя опорного напряжения, на второй — напряжение, снимаемое с измерительного сопротивления. Второй каскад выполнен по схеме с общим эмиттером. Питание усилителей производится от идентичных параметрических стабилизаторов напряжения, выполненных на трех последовательно соединенных стабилитронах 2С168А.

Регулирующие элементы стабилизаторов выполнены по схеме трехкаскадного составного транзистора.

В первом каскаде составного транзистора источника положительной полярности использован транзистор с противоположным видом проводимости (схема с дополнительной симметрией).

Принципиальные электрические схемы каскады С5, С7 и С8-1 приведены в ТО1.

Регулирующий элемент стабилизатора тока выполнен на транзисторах Т10, Т11, Т12; первый каскад усилителя обратной связи выполнен на транзисторах Т7, Т8, второй — на транзисторе Т9. Источником опорного напряжения является стабилитрон Д10.

Параметрический стабилизатор для питания усилителя обратной связи выполнен на стабилитронах Д7, Д8, Д9. Измерительные резисторы R55, R56 включены постоянно и обеспечивают ток 20 мА. Вклю-

чение разрядных измерительных резисторов посредством реле увеличивает ток в нагрузке. Реле Р1 и Р2 увеличивают ток нагрузки на 160 мА, Р3 — на 80 мА, Р4 — на 40 мА, Р5 — на 20 мА, Р6 — на 16 мА, Р7 — на 8 мА, Р8 — на 4 мА, Р9 — на 2 мА, Р10 — на 1,6 мА, Р11 — на 0,8 мА, Р12 — на 0,4 мА, Р13 — на 0,2 мА. Резисторы, выведенные на контакты, обозначенные одинаковыми буквами, предназначены для подгонки основных измерительных сопротивлений в процессе регулировки каскады.

Резистор R32 служит для грубой, а R31 — для плавной установки тока при настройке каскады и регламентных работах.

На каскаде С8-1 порядковая нумерация и назначение полупроводниковых приборов и реле Р1...Р13 идентичны с каскадой С7. Резисторы R25 и R26 служат для грубой и плавной установки тока соответственно. Резисторы R50 и R51 включены постоянно и обеспечивают ток 20 мА.

На каскаде С5 расположены программные переключатели В1, В2, В3, посредством которых производится синхронная регулировка тока каскады С7, С8-1. С каждого программного переключателя кодовые сигналы подаются на четыре транзисторных усилительных каскада, в коллекторные цепи которых включены обмотки реле, расположенных на каскадах С7, С8-1.

Усилительные каскады выполнены на транзисторах матрицах У1, У2, У3 соответственно связанных с переключателями В1, В2, В3. На штепсельный разъем Ш выведены цепи для дистанционного управления током.

Реле Р служит для отключения напряжения +5 В, подводимого к программным переключателям при переходе с ручного управления током на дистанционное.

6.2.4. Стабилизатор С6

Каскада С6 служит для создания стабилизированного тока базового смещения на выходе. На ней размещены стабилизированные калиброванные источники постоянного тока положительной (I^+ см) и отрицательной (I^- см) полярности с пределами регулировки тока от 0 до 40 мА, создающие на сопротивлении нагрузки 50 Ом калиброванное регулируемое напряжение от 0 до 2 В с дискретностью 1 и 0,1 В. По принципу построения эти источники не отличаются от источников тока С7 и С8-1.

Источники I^+ см и I^- см работают только поочередно и имеют общее измерительное сопротивление, которое переключается с одного источника на другой программным переключателем. Элементы коммутации измерительных резисторов расположены непосредственно на каскаде С6.

Электрическая принципиальная схема стабилизатора С6 приведена в приложении ТО1.

Регулирующий элемент положительного источника выполнен на транзисторах Т7, Т9, Т11, а отрицательного – на транзисторах Т8, Т10, Т12. Первый каскад усилителя обратной связи положительного источника выполнен на транзисторах Т1, Т3, отрицательного – на транзисторах Т2, Т4, второй – на транзисторах Т5, Т6 соответственно. Источники опорного напряжения выполнены на стабилитронах Д7 и Д8.

Параметрические стабилизаторы для питания усилителей обратной связи выполнены на стабилитронах Д1, Д2, Д3 и Д4, Д5, Д6.

Резисторы R7, R6 и R8, R9 служат для грубой и плавной установки тока источников.

Измерительное сопротивление на оба источника переключается программным переключателем В1 посредством реле Р3, Р4. Переключателем В1 также производится переключение выхода с одного источника на другой посредством реле Р5 и отключение выхода (нулевой ток базового смещения) посредством реле Р1. Измерительное сопротивление выполнено по аналогии с кассетами С7 и С8-1. Регулировка тока производится двумя программными переключателями В2 и В3 посредством реле. Измерительный резистор R27 включен постоянно и обеспечивает ток 2 мА. Реле Р2 увеличивает ток в нагрузке на 20, Р6 на 16, Р7 на 8, Р8 на 4, Р9 на 2 мА. Реле включены через усилительные каскады, выполненные на транзисторных матрицах У1, У2. На штепсельный разъем Ш выведены цепи для дистанционного управления током и полярностью.

6.3. Блок питания

Блок питания обеспечивает прибор стабилизированными напряжениями постоянного тока. Схема принципиальная электрическая приведена в приложении ТО1. Питание блока осуществляется от сети переменного тока 220 В частотой 50 или 400 Гц.

Перечень выходных стабилизированных напряжений приведен в таблице 2.

№ п/п	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Коэффициент пульсаций, мВ	Примечание
1	+5	4,0	3	Устанавливается +5,25±0,15 В
2	+20	0,25	5	Устанавливается +20±0,2 В, изолирован от корпуса
3	+30	0,45	5	Устанавливается 30 ⁺² _{-0,5} В
4	-12,6	1,0	5	Устанавливается -12±0,3 В
5	-30	0,25	5	Устанавливается -30 ⁺² _{-0,5} В
6	-70	0,10	5	Устанавливается -70±0,5 В
7	+30	0,40	5	Изолирован от корпуса устанавливается 30 ⁺³ _{-0,5} В
8	+27	1,2		Не стабилизирован

Все источники выполнены по схеме компенсационного стабилизатора напряжения. В качестве усилителей обратной связи применены операционные усилители 140УД1. Схемы построены таким образом, что в источниках, имеющих гальваническую связь с корпусом, коллекторы регулирующих транзисторов установлены без изоляционных прокладок на общую теплопроводящую панель, которая в составе генератора образует заднюю стенку прибора.

Блок питания состоит из силового трансформатора и четырех плат стабилизаторов размером 90x100 мм. Соединение плат производится жгутом.

Соединение блока питания со схемой генератора производится через коммутационную плату ПК-2.

7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

7.1. На лицевой панели прибора нанесено наименование прибора "Генератор импульсов Г5-60". На задней стенке нанесен заводской порядковый номер прибора и год изготовления.

7.2. Заводом-изготовителем осуществляется пломбирование корпуса генератора. Пломбы располагаются на задней стенке прибора.

7.3. Снятие пломб производится поверочной организацией; она же после соответствующего ремонта и проверки вновь пломбирует прибор.

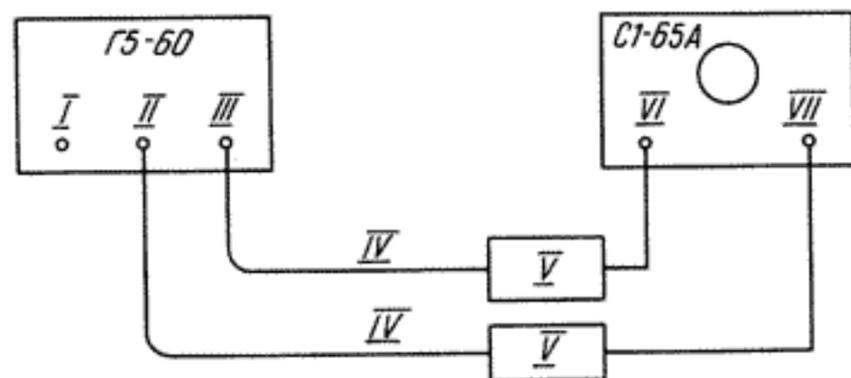


Рис.32. Схема соединения приборов при работе с осциллографом CI-65A:

I - внешний запуск; II - синхр. "V_o"; III - выход; IV - кабель ВЧ № 4; U - нагрузка № I; VI - вход; VII - синхронизация

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

8.1. При вводе генератора в эксплуатацию проверьте комплектность генератора, произведите внешний осмотр с целью определения наличия механических повреждений.

8.2. При вводе в эксплуатацию генератора, бывшего на консервации, произведите расконсервацию и проверку работоспособности.

Порядок проведения расконсервации прибора:

- снимите пломбы с упаковочного ящика;
- откройте ящик и извлеките укладочный ящик с прибором и

ЗИПом;

- откройте укладочный ящик, выньте из него прибор и техническую документацию.

Проверка работоспособности генератора производится с помощью осциллографа CI-65A, который подключается по схеме рис. 32. На экране осциллографа должны наблюдаться импульсы переключаемой полярности, регулируемые по длительности, амплитуде, периоду повторения и временному сдвигу относительно синхроимпульса "V_o".

9. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. При работе с прибором необходимо соблюдать действующие правила по технике безопасности при работе с электроустановками.

9.2. По электробезопасности прибор выполнен по классу защиты 0I.

9.3. Перед включением в сеть необходимо надежно заземлить корпус прибора через зажим защитного заземления "⊕".

Присоединение зажима защитного заземления к заземляющей шине должно производиться до других присоединений, а отсоединение - после всех отсоединений.

9.4. При проведении измерений, при обслуживании и ремонте в случае использования прибора совместно с другими приборами или включения его в состав установок необходимо для выравнивания потенциалом корпусов соединить между собой соединенные с корпусом клеммы всех приборов "⊕".

9.5. Включение прибора для регулировки и ремонта со снятыми стенками разрешается только лицам, прошедшим соответствующий инструктаж.

9.6. При ремонте прибора не допускать соприкосновения с токонесущими элементами, так как в приборе имеется переменное напряжение 220 В.

Ю. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Распакуйте прибор и осмотрите его для обнаружения внешних повреждений.

Соедините клемму "⊕" генератора с соответствующими клеммами измерительных приборов.

Соедините выход генератора со входом измерительного прибора кабелем № 4, имеющимся в комплекте генератора.

Включите вилку соответствующего сетевого шнура в сеть переменного тока напряжением 220 В.

Убедитесь в том, что сетевой шнур выбран правильно. Маркировка на кабеле должна соответствовать напряжению питающей сети.

Включите тумблер "СЕТЬ", при этом должен засветиться индикатор. Подключите кабели и нагрузки к соответствующим разъемам генератора, как показано на рис. 32.

II. ПОРЯДОК РАБОТЫ

II.1. Расположение органов управления

В генераторе Г5-60 имеются следующие органы управления:

тумблер "СЕТЬ" включения напряжения питания и световой индикатор включения сети;

переключатель на четыре положения для выбора вида запуска прибора, обеспечивающий следующие виды запуска:

в положении "L" - внешний запуск импульсами положительной полярности или синусоидальным напряжением;

в положении "U" - внешний запуск импульсами отрицательной полярности;

в положении "M" - разовый механический пуск;

Длительность основных импульсов в режиме "I" устанавливается тремя переключателями "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ μs ". Отсчет установленного значения производится путем суммирования отсчетов переключателей (I) и (2) и умножением полученной суммы на отсчет по переключателю (3) (рис. 34).

Потенциометр " " должен при этом находиться в положении упора против часовой стрелки.

Временной сдвиг основного импульса относительно синхроимпульса " V_0 " устанавливается шестью переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu\text{s}$ " (рис. 33). Для отсчета временного сдвига число, записанное этими переключателями, должно быть умножено на множитель, установленный переключателем "X(0, I; I; IO)".

В режиме "I" тумблером "Л - ЛЛ" генератор может быть переведен в режим парных импульсов. При этом переключатели "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu\text{s}$ " указывают временной сдвиг между импульсами пары.

Длительность импульса в режиме "2" устанавливается как временной сдвиг D_1 в режиме "I" шестью переключателями "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu\text{s}$ " и переключателем "X(0, I; I; IO)".

Отсчет длительности импульса в режиме "3" производится вычитанием показаний переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu\text{s}$ " из показаний переключателей "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_2 \mu\text{s}$ " с последующим умножением полученной разности на соответствующий множитель 0, I; I или IO. При этом должны выполняться условия: $D_2 > D_1$ и $T > D_1 + D_2$.

Временной сдвиг основного импульса относительно синхроимпульса " V_0 " в режиме "3" отсчитывается по переключателям "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $D_1 \mu\text{s}$ " и "X(0, I; I; IO)", т.е. так же, как и в режиме "I".

Внимание! При работе в режимах "2" и "3" тумблер "Л - ЛЛ" должен находиться в положении "Л", т.е. на выходе генератора импульсы могут быть только одинарными.

При работе с прибором следует учитывать, что положением переключателя множителей "X(0, I; I; IO)" определяется как дискретность, так и пределы регулировки всех прецизионных временных интервалов - периода повторения T , временного сдвига D_1 и длительности импульса τ_2 и τ_3 в режимах "2" и "3". Возможные пределы регулировки и дискретность установки параметров показаны в табл. 3.

Рис.34. Отсчет длительности импульсов в режиме "I":

I - длительность μs ; II - установленная длительность импульса $\tau = 0,15 \mu\text{s}$

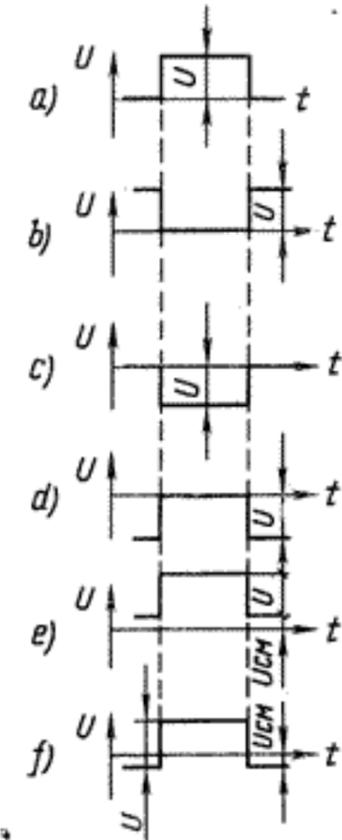
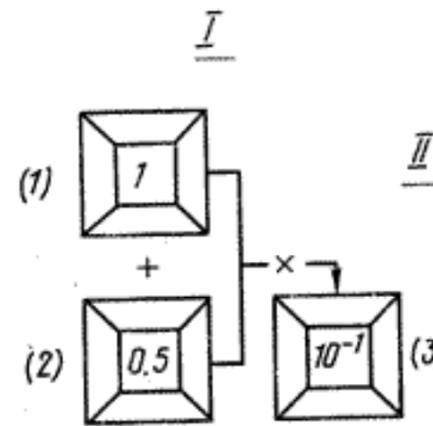


Рис.35. Возможные режимы основного выхода прибора:

а - положительный "нормальный" импульс, $U_{СМ} = 0$; б - положительный "опрокинутый" импульс, $U_{СМ} = 0$; в - отрицательный "нормальный" импульс, $U_{СМ} = 0$; г - отрицательный "опрокинутый" импульс, $U_{СМ} = 0$; е - положительный "нормальный" импульс, $U_{СМ} > 0$; ф - положительный "нормальный" импульс, $U_{СМ} < 0$

Таблица 3

Установка переключателя X(0, I; I; IO)	Дискретность, мкс	Пределы регулировки, мкс	
		T, мкс	D_1, τ_2, τ_3
0, I	0, I	$0, I - 10^5$	0-99999,9
I	I	$I - 10^6$	0-999999
IO	IO	$IO - 10^7$	0-9999990

Переключение дискретности и пределов регулировок всех этих интервалов производится одновременно.

Для отсчета амплитуды основных импульсов нужно сложить показания переключателей "АМПЛИТУДА V" с учетом соответствующих коэффициентов (I, 0, I и 0,0I), написанных против каждого переключателя на передней панели. Для получения амплитуды импульсов менее I В к выходу прибора подключается один из внешних аттенуаторов 20, 40 или 60 дБ.

В приборе кроме переключения полярности основных импульсов, осуществляемого изменением направления тока через сопротивление нагрузки, предусмотрено получение импульсов "нормальных" и "опрокинутых". Переключение полярности и вида импульсов производится переключателем с гравировкой " \square $\bar{\square}$ \sqcup $\bar{\sqcup}$, +, -", который также позволяет получить режим постоянного тока на выходе генератора.

На рис. 35 (а, б, с, д) показаны нормальный и опрокинутый импульсы положительной и отрицательной полярности на выходе генератора. Кроме того, в приборе возможно включение и регулировка в пределах ± 2 В постоянного напряжения на выходе базового смещения, суммирующегося алгебраически с импульсом. Форма напряжения на выходе при включенном базовом смещении $U_{см}$ показана на рис. 35 (е, ф).

Включение базового смещения на выходе производится верхним из трех переключателей "БАЗ. СМЕЩЕНИЕ", который устанавливается в положение "+" или "-" в зависимости от нужной полярности смещения. В положении "0" смещение выключено.

Величина смещения регулируется двумя нижними переключателями; отсчет производится как сумма показаний переключателей, умноженных предварительно на коэффициент, написанный против каждого из переключателей на передней панели.

При внешнем запуске прибора напряжение внешнего запуска должно быть подано на вход " \ominus " прибора. Сопротивление входа 50 Ом. Максимальная амплитуда на входе 5 В. Переключатель вида запуска устанавливается в положение, соответствующее полярности импульса внешнего запуска. В режиме разового пуска переключатель устанавливается в положение " ||| " и предварительным нажатием кнопки " ||| " прибор подготавливается к работе.

Оговоренные техническими условиями погрешности временных параметров импульсов, а также параметры искажений обеспечиваются только при подключении к выходному гнезду прибора согласованной внешней нагрузки 50 Ом. Погрешность установки амплитуды импульсов и базового смещения на выходе гарантируется на нагрузке $50 \pm 0,05$ Ом из комплекта ЗИП (нагрузка № 5).

II.3. Дистанционное управление прибором

В приборе для автоматизированной проверки параметров предусмотрено дистанционное управление (ДУ) в двоично-десятичном коде следующими параметрами и режимами работы:

- выбором вида запуска;
- установкой периода повторения, временного сдвига, длительности импульсов;
- установкой амплитуды импульсов и базового смещения на выходе;
- выбором полярности и вида импульсов, а также переключением в режим постоянного тока;
- выбором режима "1", "2", "3";
- выбором режима " \square - \square ".

Дистанционное управление осуществляется напряжениями, поступившими в генератор через три разъема дистанционного управления "I", "II" и "III", расположенные на задней стенке прибора. Для переключения прибора на ДУ достаточно замкнуть цепи ДУ, соединив эти разъемы с источником напряжений дистанционного управления. При разомкнутых цепях ДУ прибор работает в режиме ручного управления. Параметры сигналов ДУ приведены в приложении 4.

Режим дистанционного управления может быть использован для проверки параметров генератора в процессе его настройки, поверки и приемки, а также при необходимости в любых системах, где требуется дистанционное управление.

12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей и методы их устранения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Внешнее проявление неисправности и дополнительный признак	Вероятная причина	Метод устранения
1	2	3

I. При включении тумблера "СЕТЬ" не загорается индикатор	Неисправность тумблера. Неисправность вставки плавкой в цепи 220 В, 50 Гц, 220 В, 400 Гц	Проверить омметром исправность тумблера и вставки плавкой. Сменить неисправный элемент
--	--	--

Продолжение табл. 4

I	2	3
2. Отсутствуют синхроимпульсы и основной импульс при любом виде запуска	Неисправность блока питания	Проверить выходное напряжение
3. Отсутствуют синхроимпульсы "V ₀ " и "V _I " в режиме внутреннего запуска	Неисправность в тракте ДПКД (кассеты Д5-1 или Д5)	Сменить неисправный элемент на кассетах Д5-1 или Д5
4. Отсутствует основной импульс и синхроимпульсы "V ₀ " и "V _I " (в режиме внешнего запуска импульсы имеются).	Неисправность формирователя Ф18	Проверить работу формирователя Ф18, сменить неисправный элемент
5. Отсутствует синхроимпульс "V _I " в режиме внешнего запуска (при внутреннем запуске импульс есть)	Неисправность в каскаде Ф9	Сменить неисправный элемент в каскаде Ф9
6. Отсутствует импульс на выходе генератора (синхроимпульсы "V ₀ '" и "V _I " имеются)	Неисправность кассеты Ф16	Заменить неисправный элемент в каскаде Ф16
7. Отсутствует импульс на выходе генератора, но имеется регулируемое напряжение, равное установленной амплитуде (положительное или отрицательное). Синхроимпульсы имеются	Неисправность формирователя Ф18 (отсутствует импульс запуска или обрыва на входе кассеты)	Заменить неисправный элемент
8. На выходе генератора отсутствуют импульс и постоянное напряжение	Неисправность плат С7 или С8-1	Заменить неисправный элемент
9. Не регулируется амплитуда основного импульса отрицательной полярности	Неисправность стабилизатора С8-1	Заменить неисправный элемент

Продолжение табл. 4

I	2	3
10. Нарушена регулировка амплитуды основных импульсов при положительной и отрицательной полярности	Неисправность стабилизатора С5	Заменить неисправный элемент
11. Не регулируется базовое смещение на выходе	Неисправность стабилизатора С6	Заменить неисправный элемент

- Примечания: 1. При работе прибора использовать таблицы напряжений на выводах транзисторов, приведенные в приложении 2.
2. Проверка кассет при необходимости может быть осуществлена с помощью технологической переходной платы 3.660.097, прилагаемой в комплекте ЗИП.
3. В связи с изменением конструкции крепления тумблера включения сети необходимо при ремонте платы формирователя Ф17 предварительно обесточить прибор, снять переднюю панель, левую боковую стенку, угольник с тумблером и вынуть плату из разъема.

13. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.042-72 "Требования к построению, содержанию и изложению" и устанавливает методы и средства поверки генератора импульсов Г5-60.

Поверка параметров генератора производится не реже 1 раза в год.

13.1. Операция поверки

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 5.

Вновь соединить выход прибора Г5-56 со входом внешнего запуска испытуемого прибора и, не меняя установленных значений коэффициента развертки и смещения луча по горизонтали, отсчитать запаздывание синхроимпульса "V₀" относительно импульса внешнего запуска.

13.4.2.10. Определение диапазона изменения и погрешности базового смещения на выходе производится вольтметром В7-23 на нагрузке № 5, включенной на конце кабеля № 4.

Поверяемый прибор работает при внутреннем запуске в режиме "I", период повторения импульсов I с, длительность 0,1 мкс, амплитуда импульсов I В.

Переключатель вида импульсов устанавливается в положение "□" или "┘".

Погрешность установки базового смещения на выходе определяется при следующих значениях, установленных переключателями "БАЗ. СМЕЩЕНИЕ", "X1" и "X0,1": 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,5; 2 В. Измерения проводятся в положениях "+" и "-" верхнего из трех переключателей "БАЗ. СМЕЩЕНИЕ".

13.4.3. Оформление результатов поверки

Результаты поверки записываются в раздел "Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик" формуляра. В конце раздела по положительным результатам поверки производится запись о проведенной поверке, заверенная подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

На генератор, не удовлетворяющий требованиям настоящих методических указаний, выдается извещение о его непригодности к применению с записью в нем параметров, по которым генератор не соответствует техническим условиям.

13.4.4. Периодичность поверки

Приборы, находящиеся в эксплуатации, проходят периодическую поверку не реже 1 раза в год. Приборы, выходящие из ремонта, должны проверяться после каждого ремонта.

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Приборы Г5-60, поступающие на склад потребителя, могут храниться в неотапливаемом и отапливаемом хранилищах в упакованном и неупакованном виде.

Температура воздуха в неотапливаемом хранилище должна быть от минус 50 до плюс 50 °С, относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 30 °С.

Температура воздуха в отапливаемом хранилище от 5 до 40 °С, относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

Оптимальными условиями хранения являются:

температура окружающей среды от 278 до 288 К (5-15 °С);

перепад температуры не более 5 °С в сутки;

относительная влажность воздуха в пределах 40-55 %;

отсутствие осадков, ветра и конденсации влаги;

отсутствие прямой солнечной радиации;

отсутствие в воздухе пыли и песка;

отсутствие в воздухе коррозионно-активных элементов;

отсутствие воздействия биологических факторов.

15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

15.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

Для упаковки прибора Г5-60 применяется укладочная и транспортная тара. Подготовленный прибор к упаковке общепромышленного исполнения с эксплуатационной документацией помещают в картонную коробку. Швы коробки заклеивают. Коробку с прибором помещают в транспортный ящик вместе с ЗИП. Заполняют свободные места амортизирующим материалом так, чтобы не было смещения коробки с прибором и ЗИП относительно друг друга и стенок транспортного ящика. Транспортный ящик обтягивают лентой, забивают гвоздями и пломбируют.

При поставке на экспорт прибор укладывается в картонную коробку, предохраняя лицевую сторону прибора вкладышем. Стенки коробки заклеивают и коробку с прибором помещают в чехол, кладут мешочки с силикагелем и герметизируют. Герметизированную коробку укладывают вместе с ЗИП в один транспортный ящик. Туда же укладывается эксплуатационная документация в чехле, кромки которого заварены. В транспортном ящике все свободные места заполняются амортизирующим материалом так, чтобы не было смещения укладочной упаковки и ЗИП относительно друг друга и стенок транспортного ящика. Транспортный ящик обтягивают лентой, забивают гвоздями, пломбируют.

При поставке по требованию прибор помещают в укладочный ящик, туда же укладывается эксплуатационная документация в чехле и мешочки с силикагелем. Укладочный ящик с прибором и ЗИП упаковывается в транспортный ящик. В транспортном ящике все свободные места заполняются амортизирующим материалом так, чтобы не было смещения упаковки прибора и ЗИП относительно друг друга и стенок транспортного ящика. Транспортный ящик обтягивают лентой, забивают гвоздями и пломбируют.

Маркирование транспортного ящика производится в соответствии с ГОСТ 14192-77.

15.2. Условия транспортирования

Транспортирование упакованного прибора должно производиться с учетом предосторожностей, указанных на упаковке.

Прибор предназначен для транспортирования всеми видами транспорта. Транспортирование по железной дороге должно производиться в крытых вагонах. Ящики с упакованными приборами должны быть укреплены в вагоне так, чтобы была исключена возможность смещения ящиков и соударений.

В случае транспортирования приборов на открытых автомашинах ящики с приборами должны быть накрыты брезентом.

При повторной упаковке прибора, предназначенного для транспортирования, произвести упаковку в соответствии с подразделом 15.1.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

Намоточные данные трансформатора 4.702.005

Наименование обмотки	Диаметр провода	Число витков	Марка провода	№ выводов	Напряжение, В	Ток, А	Магнитопровод
Первичная	0,64	552	ПЭВ-2	1-2			
Вторичная	0,20	180+180	ПЭВ-2	5-6-7			Магнитопровод Т-образный, ленточный, сталь 310, лист 0,35 ШЛ25Х50
	0,47	84+84	ПЭВ-2	11-12-13			
	0,31	84+84	ПЭВ-2	15-16-17			
	0,47	84+84	ПЭВ-2	21-22-23			
	0,47	35+35	ПЭВ-2	25-26-27			
	0,57	50+50	ПЭВ-2	31-32-33			
	1,25	24+24	ПЭВ-2	35-36-37			

Приложение 2

Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах генератора Г5-60

Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах формирователя Ф02

Таблица I

Поз. обозначение	Тип транзистора, микросхемы, номера контактов	Напряжения на выводах транзисторов, В							Примечание
		коллектор		эмиттер		база			
		постоянное	переменное	постоянное	переменное	постоянное	переменное	переменное	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	

Формирователь Ф17

TI	IT316B	+5(+0,5)	4,5	0	0	0(+0,5)	I	~
			~				~	
			~				~	

Делитель частоты Д4

TI	2T316B	3,4	1,2	-4,3	0,4	-4	0,75	~
T2	"	0	0,5	-5	0,5	-5,9	1,2	~
T3	"	0	0,2	-4	0,3	-2,8	0,5	~

I	2	3	4	5	6	7	8	9
T4	2Т316Б	0	-	-3,5	0,2~	-2,8	0,2 ~	
T5	"	+1,5	2 ~	-0,9	-	-0,15	0,2 ~	
T6	"	+1,5	2 ~	-0,9	-	-0,15	-0,4	
Формирователь Ф9								
T1	2Т316Б	+0,2	3,3 Л	0	-	+0,7	0,5 Л	
T2	2Т316Б	+0,2	3,3 Л	0	-	+0,7	0,5 Л	
T3	2Т904А	+1,9	-	-12	13 Л	-11	13 Л	
T4	2Т316Б	+3,3	3,0 Л	-0,7	0,2 Л	0	0,1 Л	
У2	2Т0613А	-10	9 Л	-15	1,0 Л	-14	1,2 Л	
	к.к.1-3	0	12 Л	-15	1,0 Л	-15	-	
	к.к.8-10	-15	1,0 Л	-18	-	-17	-	
У5	2Т0613А	-9	9 Л	-15	2,5 Л	-14	1,2 Л	
	к.к.1-3	0	12 Л	-15	2,0 Л	-15	1,2 Л	
	к.к.12-14	-15	2,0 Л	-20	-	-19	-	
У6	2Т0613А	(0+-5)	12 Л	-15	1,0 Л	-15	-	
	к.к.1-3	-9	9 Л	-15	1,0 Л	-14	1,2	
	к.к.5-7	-15	1,0 Л	-20	-	-19	-	
	к.к.8-10	-11	13 Л	-12	-	-10,5	1,0 Л	
	к.к.12-14							

Таблица напряжений на выводах транзисторов в кассетах формирователя ФВ3

Таблица 2

Поз. обозначение	Тип	Напряжения на выводах транзисторов, В								Примечание
		коллектор		эмиттер		база		переменное	переменное	
		постоянное	переменное	постоянное	переменное	постоянное	переменное			
I	2	3	4	5	6	7	8	9		
T1	2Т316Б	+5	3 У	0	-	+0,5	2,5 Л			
T2	2Т316Б	+1,0	2,5 Л	0	-	+0,7	3 У			
У5	2Т0613А	+27/+1	0/+0,5	0/+0,5	-	+0,3/+1,5+3,0				
	к.к.1-3	+27/+1	0/+0,5	0/+0,5	-	+0,3/+1,5+3,0				
	к.к.5-7	+27/+1	0/+0,5	0/+0,5	-	+0,3/+1,5+3,0				
	к.к.8-10	+27/+1	0/+0,5	0/+0,5	-	+0,3/+1,5+3,0				
	к.к.12-14	+27/+1	0/+0,5	0/+0,5	-	+0,3/+1,5+3,0				
T3	2Т603Б	+27/+1	0/+0,5	0/+0,5	-	+0,3/+1,5+3,0				
Формирователь Ф18										
T1	2Т316Б	0	-	-1,2/-1,8	0,6 Л	-0,4/-1	0,6 Л	Измерения про-		
T2	"	-1/-0,4	0,6 Л	-1,9	-	-1,2/-1,8	0,6 Л	изводятся при		

Продолжение табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9
T3	2T3I6B	-I/-0,4	0,6Л	-I,9	-	-2,9	2,5Л	положительной полярности нормальных основных импульсов и уставов
T4	"	0	-	-I,9	-	-I,2	-	новленной амплитуде 2 В
T5	"	0	-	-2	-	-I,2	-	
T6	"	-0,4/-I	0,6У	-2	-	-2,9	2,5Л	
T7	"	-0,4/-I	0,6У	-2	-	-I,8/-I,2	0,6Л	
T8	2T3I6B	0	-	-I,8/-I,2	0,6	-I/-0,4	0,6Л	
T9	"	-0,8/-0,3	0,5Л	-4,2 - -I,2	-	-3,6/-4,2	0,6Л	
T10	"	-0,3/-0,8	0,5У	-4,2	-	-4,2/-3,6	0,6Л	
T11	"	-0,6/-0,2	0,4Л	-4,2	-	-3,5/-3,8	0,3Л	
T12	"	-0,6/-0,2	0,4Л	-4,2	-	-3,5/-3,8	0,3Л	
T13	"	-0,2/-0,6	0,4У	-4,2	-	-3,8/-3,5	0,3Л	
T14	"	-0,2/-0,6	0,4У	-4,2	-	-3,8/-3,5	0,3Л	
T15	2T6I0A	0	-	-2,9	-	-2,1/-2,4	0,3Л	
T16	"	+2,8/+0,6	2,2У	-2,9	-	-2,4/-2,1	0,3Л	
У1*	2T06I3A	I+I,6/27	-	0,5-I,6	-	I,5-2,4	-	*При открытых
У2*	2T06I3A	I+I,6/27	-	0,5-I,6	-	I,5-2,4	-	транзисторных
У3*	2T06I3A	I+I,6/27	-	0,5-I,6	-	I,5-2,4	-	структурах

Стабилизатор С5

Продолжение табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9
T1*	2T203B	I7, I	-	22,7	-	22	-	*При амплитуде импульсов 10 В
T2*	П308	-(22, I-I6, 5)	-	-(27, 2-22)	-	-(27-22)	-	и базовом смещении на выходе
T3*	2T203B	I7, I	-	22,7	-	22	-	+2 В
T4**	П308	-(22, I-I5)	-	-(27, 7-22)	-	-(27-22)	-	**При амплитуде импульсов 10 В
T5*	П308	2I, 3	-	-(I6, 4-2I, 5)	-	I7, I	-	и базовом смещении на выходе
T6**	2T203A	-(24, 9-20)	-	-(2I, 4-I6)	-	-(22, I-I6, 5)	-	-2 В
T7*	2T203A	I9, 4	-	22	-	2I, 3	-	**При открытых транзисторных структурах
T8*	П308	-(23-5, 5)	-	-(25, 6-20, 5)	-	-(24, 9-20, 5)	-	
T9*	П308	22	-	I8, 7	-	I9, 4	-	
T10**	П308	-(23-5, 5)	-	-(26, 3-2I)	-	-25, 6	-	
T11*	2T602A	22	-	I8	-	I8, 7	-	
T12**	2T602A	-(23-5, 5)	-	-(27-22)	-	-(26, 3-2I)	-	
У1**	2T06I3A	I+I,6/27	-	0,5-I,6	-	I,5-2,4	-	
У2**	2T06I3A	I+I,6/27	-	0,5-I,6	-	I,5-2,4	-	

Стабилизатор С6

С5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
				Стабилизатор С7					
Т7	2Т203Б	17,1	-	22,7	-	22	-	При амплитуде им-пульса 10 В и ба-зовом смещении +2 В	
Т8	2Т203Б	17,1	-	22,7	-	22	-		
Т9	П308	21,3	-	16,4	-	17,1	-		
Т10	2Т203А	19,4	-	22	-	21,3	-		
Т11	2Т602А	22	-	18,7	-	19,4	-		
Т12	2Т904А	22	-	18	-	18,7	-		
				Стабилизатор С8-1					
Т7	П308	-(22,1-17)	-	-(27,7-22)	-	-(27-22)	-	При амплитуде 10 В и базовом смещении на вы-ходе -2 В	
Т8	П308	(22,1-15)	-	-(27,7-23)	-	-(27-22)	-		
Т9	2Т203А	(24,9-20)	-	-(21,4-16)	-	-(22,1-17)	-		
Т10	П308	-(23-6)	-	-(25,6-20)	-	-(24,9-16)	-		
Т11	2Т602А	-(23-6)	-	-(26,3-21)	-	-(25,6-22,5)	-		
Т12	2Т904А	-(23-6)	-	-(27-21)	-	-(26,3-22)	-		

88

Примечания: 1. Измерения постоянных напряжений производятся вольтметром В7-23, переменных осциллографом С1-65А.

2. Все измерения производятся относительно корпуса с погрешностью 30 %.

Таблица напряжений в контрольных точках

Обозначение в схеме	Наименование платы	Напряжение, В
А	Формирователь Ф17	5
А	Делитель Д5 (Д5-1)	5
А	Делитель Д4	5
Е	Формирователь Ф9	5
Ж	То же	-12
Г	- " -	-70
А	Формирователь Ф8	5
А	Формирователь Ф4	5
В	То же	-12
А	Делитель Д1-2	5

Таблица напряжений на входах и выходах узлов, выполненных на микросхемах

Поз. обозначение	Тип микросхемы	Напряжение на выводах микросхемы, В														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Делитель частоты Д4																
У13	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	0	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5
У14	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	0	4/0,5	0,7/4,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5
Формирователь Ф17																
У4	ИЗОЛАЗ	0,3/4,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0										
У5	ИЗОЛА4	0,4/4	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0									
Формирователь Ф9																
У1	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0	4/0,5	0	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5
У3	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5
У4	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	4/0,5	3/0,2	3/0,2	4/0,5	0	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5
У7	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0	4/0,5	3/0,2	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5
Формирователь Ф8																
У1	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0,5/4	4/0,5	4/0,5	5
У3	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0,5/4	4/0,5	4/0,5	5
У4	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0,5/4	4/0,5	4/0,5	5
У5	ИЗОЛАЗ	4/0,5	4/0,5	4/0,5	4/0,5	0,5/4	0,5/4	0	0,5/4	4/0,5	4/0,5	0,5/4	4/0,5	4/0,5	4/0,5	5

Параметры сигналов дистанционного управления

Управляемый параметр	Наименование разъема	№ контакта в соответствующем I-2-4-8	Управляющее напряжение, В								Потребляемый ток, мА
			общ.	I	2	4	8	"лог.1"	"лог.0"	"лог.1"	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	50
Вид запуска	II	38	39	40	-	-	замыкание на корпус	50			
Л							+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Ш							замыкание на корпус				
□							замыкание на корпус				
Период повторения T	I	3					замыкание на корпус				
Декада I			17	10	11	12	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Декада II			21	25	22	24	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Декада III			33	37	34	36	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Декада IV	II	38					замыкание на корпус				
Декада V			4	8	5	7	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Декада VI			16	20	17	19	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Декада VII			28	32	29	31	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Временной сдвиг D1	I	3					замыкание на корпус				
Декада I			15	8	13	14	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02		2
Декада II			27	30	23	26	+3±0,5 В	+0,02±0,2 В	0,02		2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Декада Ш			39	32	35	38	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада IV	II	38					замыкание на корпус			
Декада У			10	3	6	9	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада УI			22	15	18	21	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Временной сдвиг D2	I	3	34	27	30	33	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада I			6	16	7	9	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада II			18	28	19	29	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада Ш			30	40	31	41	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада IV	II	38	I	11	2	12	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада У			13	23	14	24	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Декада УI			25	35	26	36	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Множитель интервалов "X(0, I; I; IO)"	I	3	5	5	-	-	замыкание на корпус			2
Переключение режима "Л - ЛЛ "	I	3	I	-	-	-	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Длительность -переключения поддиапазонов	Ш	27	28	29	30	-	замыкание на корпус			2
							+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2

8

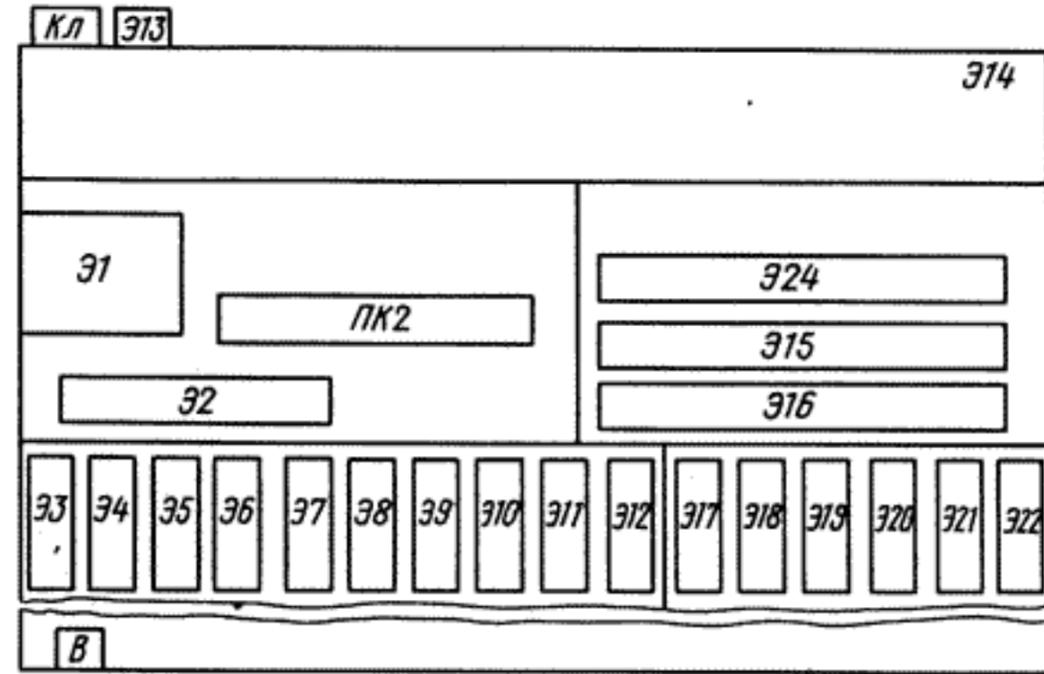
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
- переключение с дискретности "I"			36	37	38	39	разомкнутый "корпус"			15
							контакт			
- переключение с дискретности "0, I"			34	33	32	31	разомкнутый "корпус"			15
							контакт			
Вид основных импульсов	Ш	24					замыкание на корпус			
"Л, Л, Л"			21	22	23	-	+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
"Л, +, -"			25	26			замыкание на корпус			2
Режим работы по способу установки длительности "1,2,3"							+3±0,5 В	+0,2±0,2 В	0,02	2
Амплитуда	8						замыкание на корпус			3
- переключение Ш через I В			16	13	14	15	+5±0,5 В	"корпус"	I	-
- переключение через 0, I В			18	12	11	17	+5±0,5 В	"корпус"	I	-
Базовая линия	8		9	19	10	20	+5±0,5 В	"корпус"	I	-
- переключение полярности "0, +, -"	Щ		2	3	-	-	замыкание на корпус		3	-
							+5±0,5 В	"корпус"	I	-

9

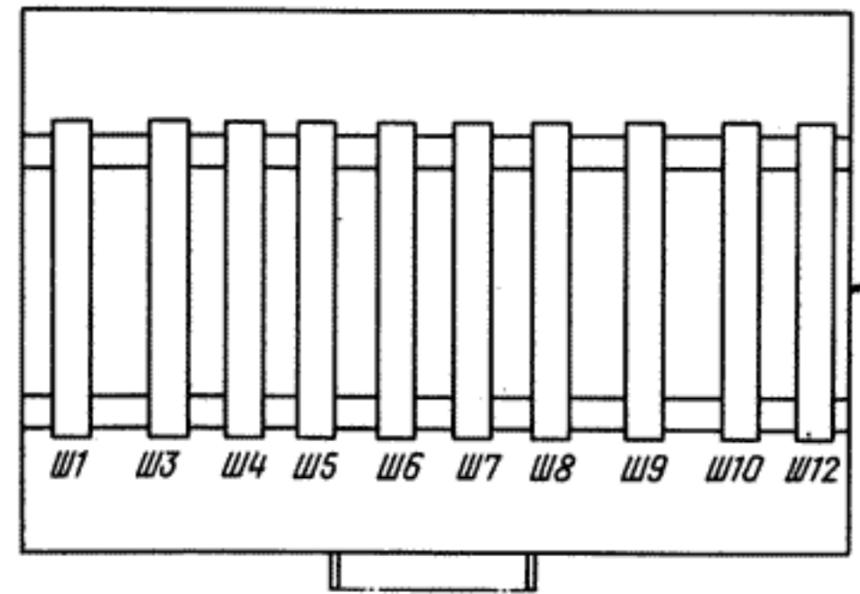
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I											
- переключение через I В				I	-	-	-	+5±0,5 В "корпус"	I		-
- переключение 0, I В				5	4	6	7	+5±0,5 В "корпус"	I		-

Примечание. В графе "Потребляемый ток, мА" указан суммарный максимальный ток через контакты 3 разъема "ДУ1" и 38 разъема "ДУ1", контакт 35 разъема ДУИ, контакт 24 разъема ДУИ, контакт 24 разъема ДУИ, контакт 8 разъема ДУИ.

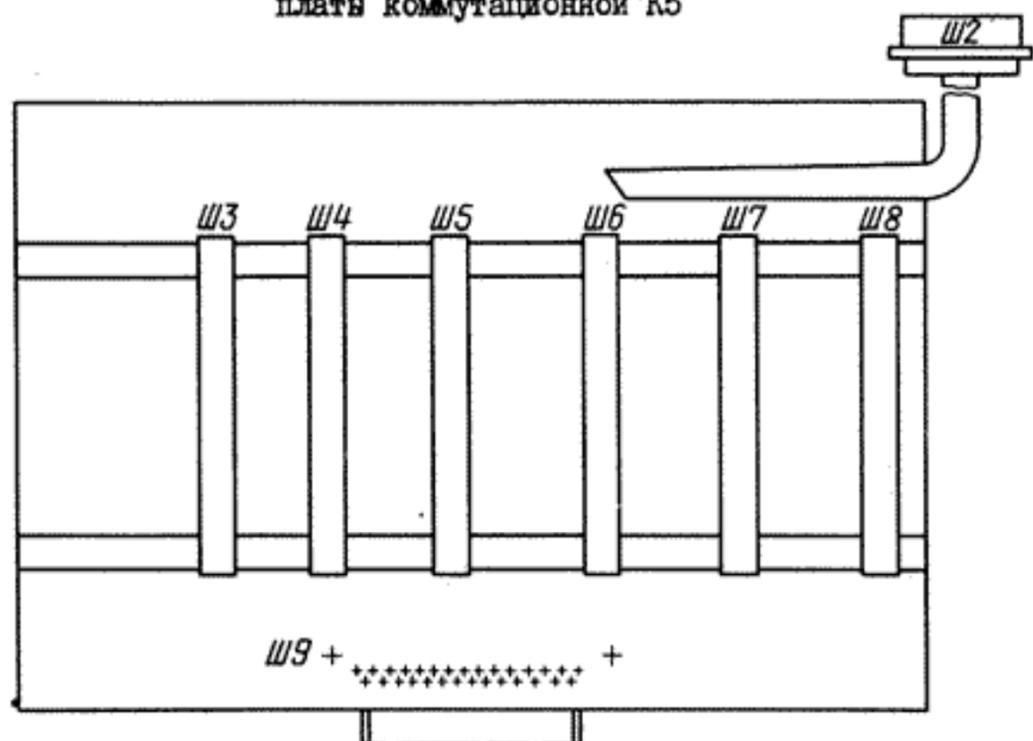
План размещения основных электрических элементов генератора импульсов Г5-60



План размещения основных электрических элементов платы коммутационной К4

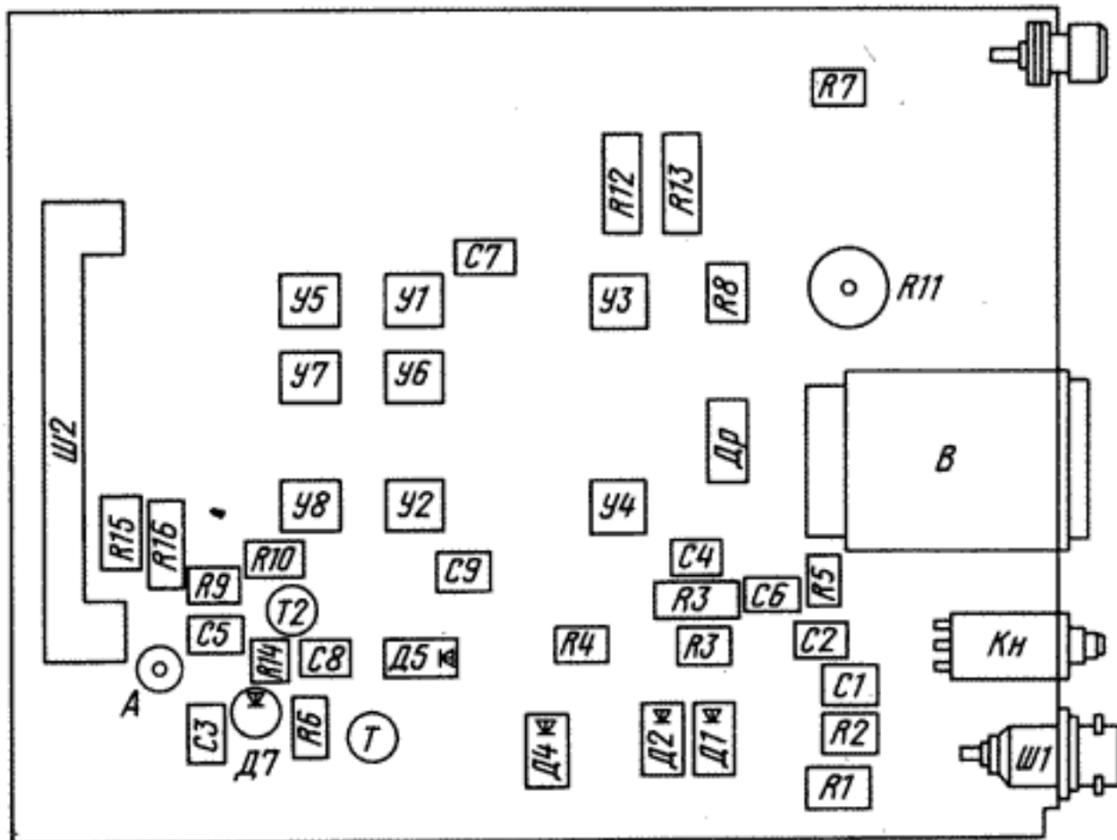


План размещения основных электрических элементов
платы коммутационной К5

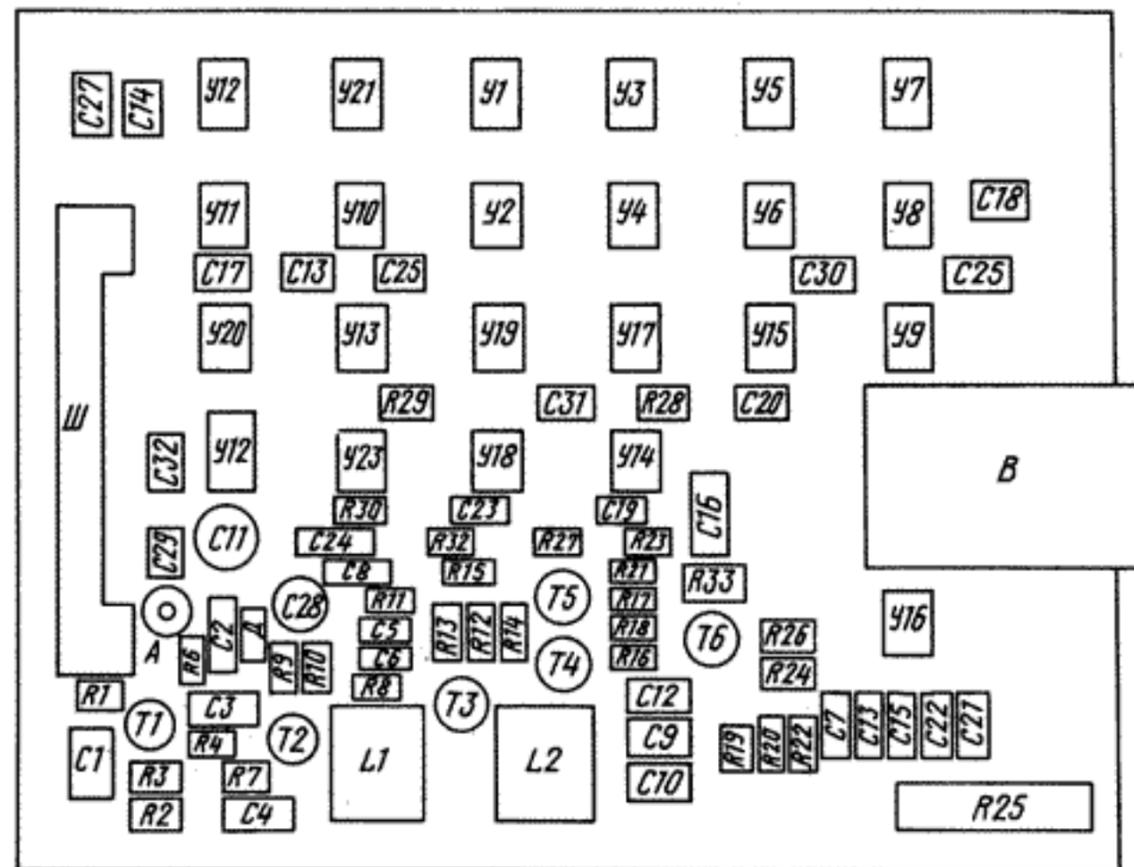


Приложение 8

План размещения основных электрических элементов формирователя Ф17

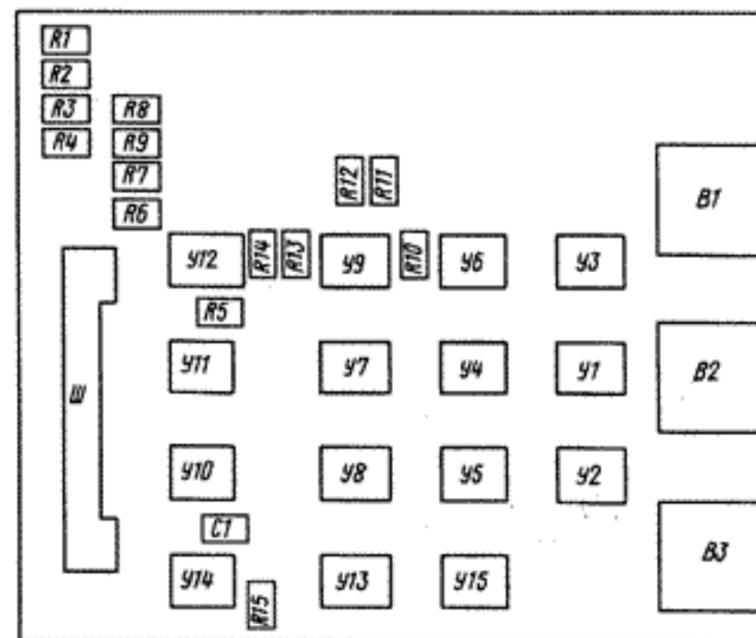


План размещения основных электрических элементов
делителя частоты Д4

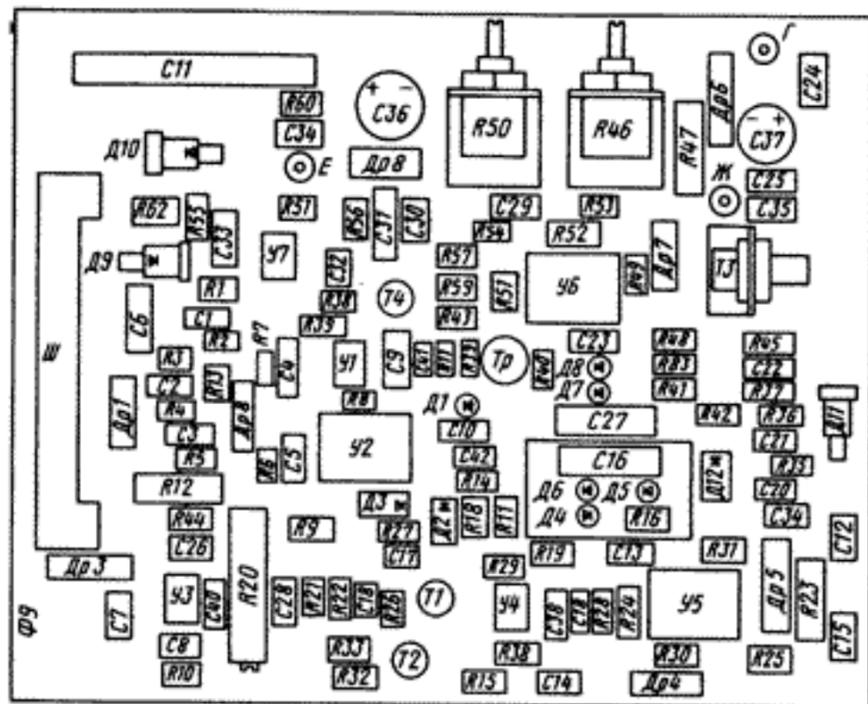


Приложение 10

План размещения основных электрических элементов
делителя ДБ и ДБ-1

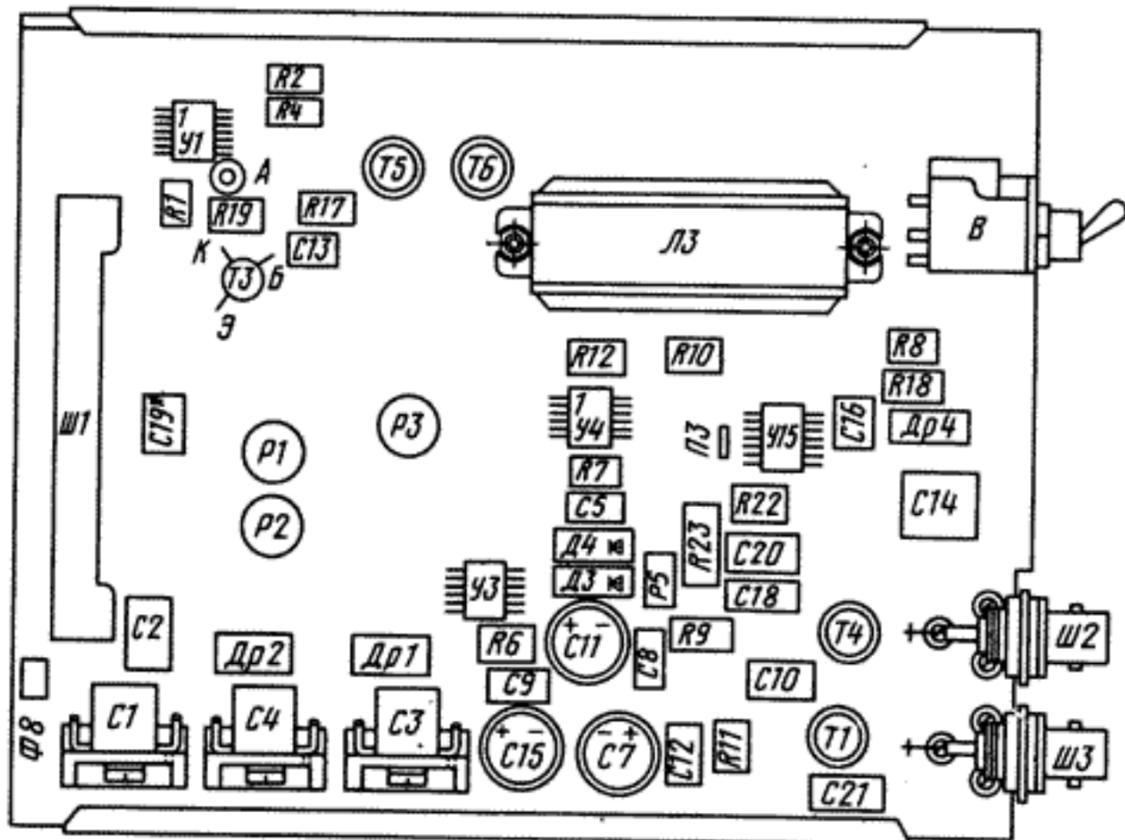


План размещения основных электрических элементов формирователя Ф9

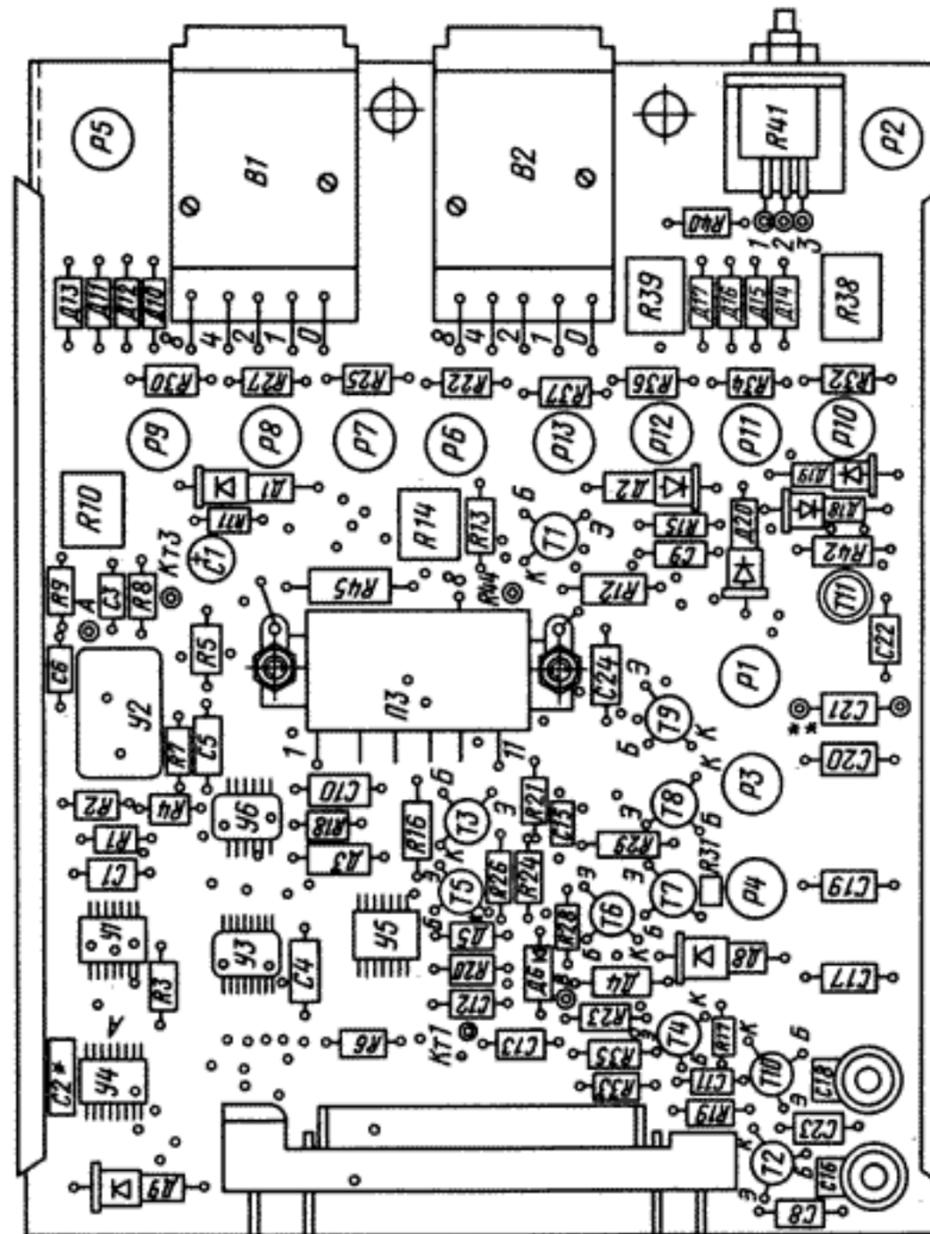


Приложение I2

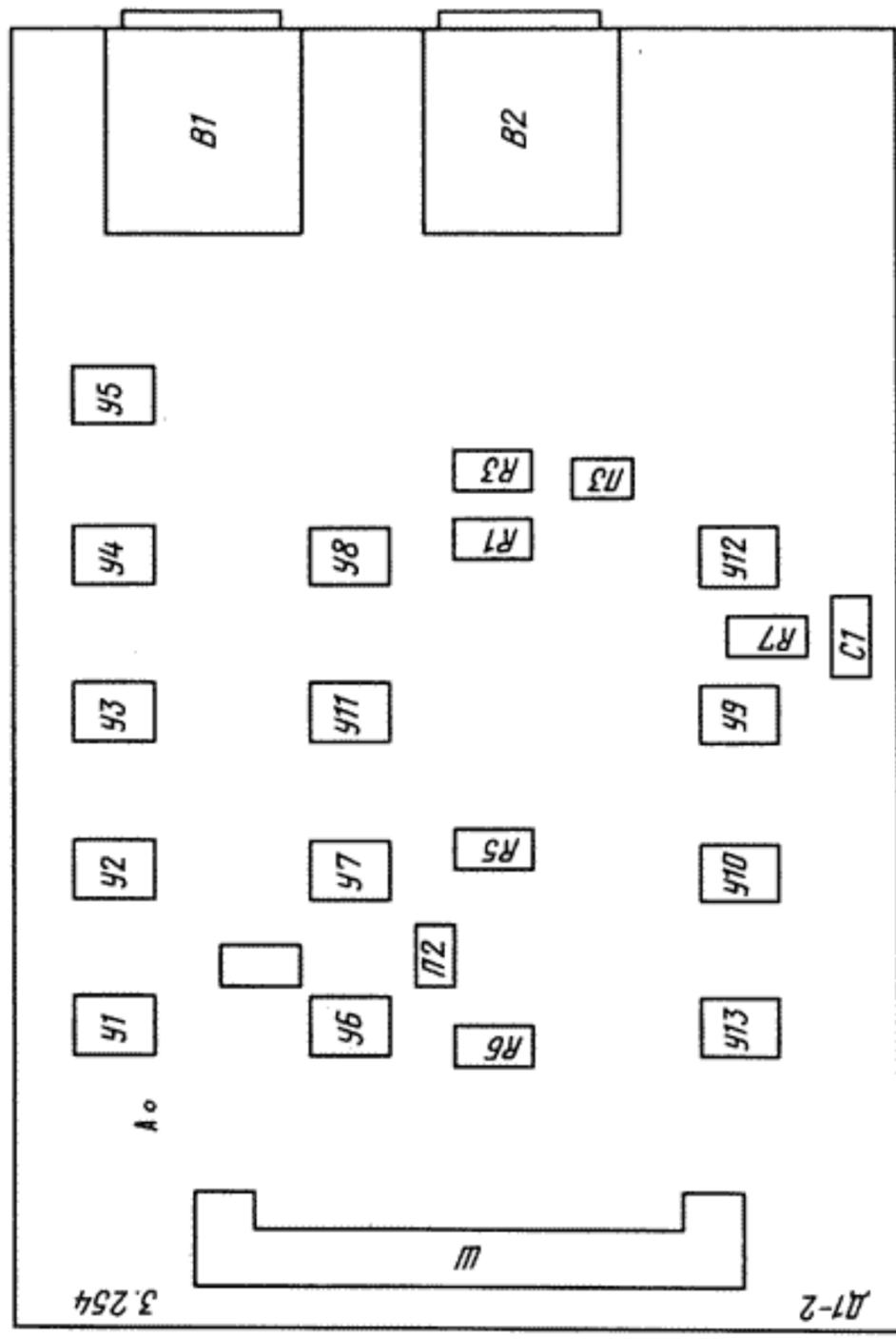
План размещения основных электрических элементов формирователя Ф8



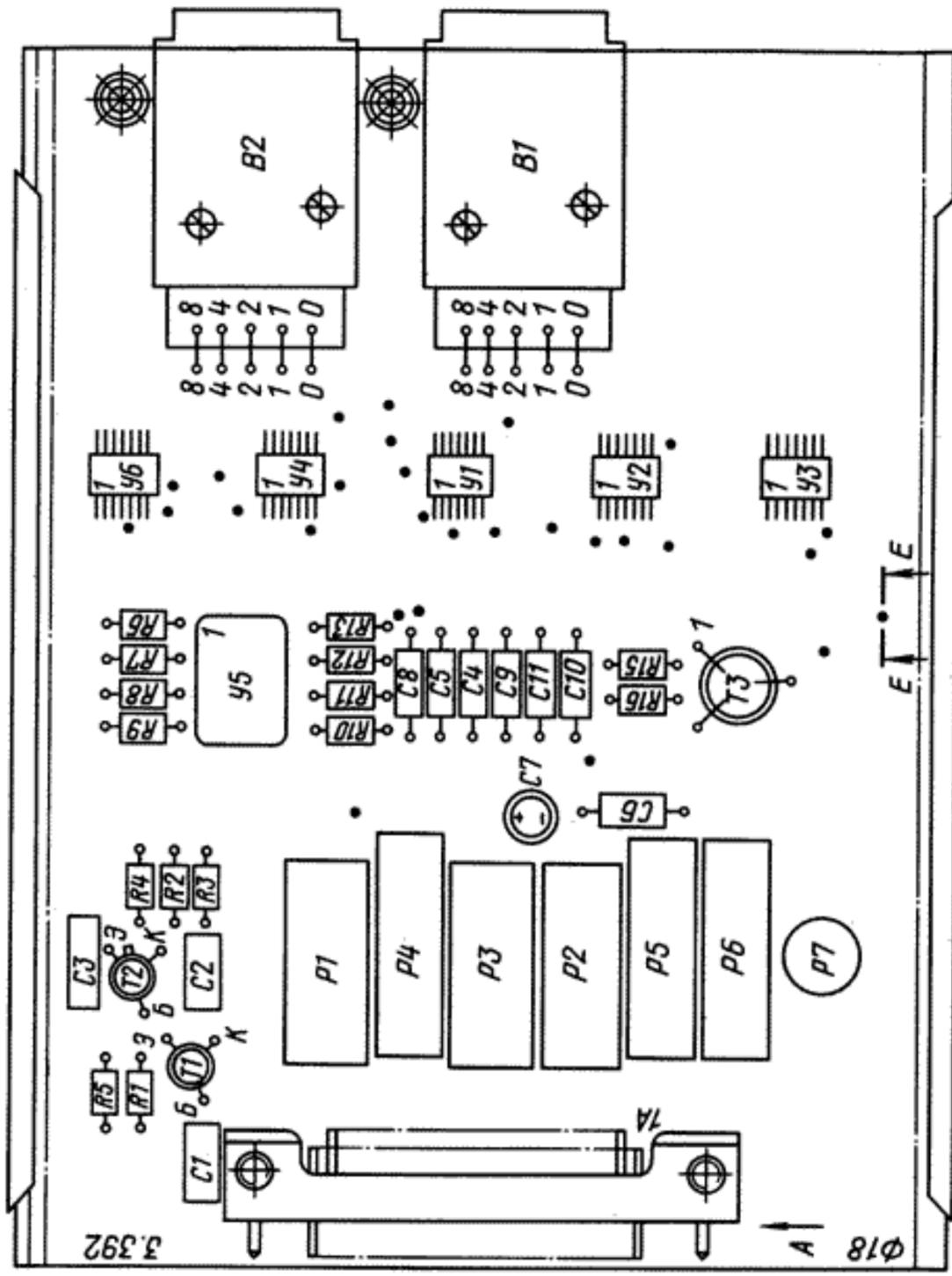
План размещения основных электрических элементов формирователя Ф4



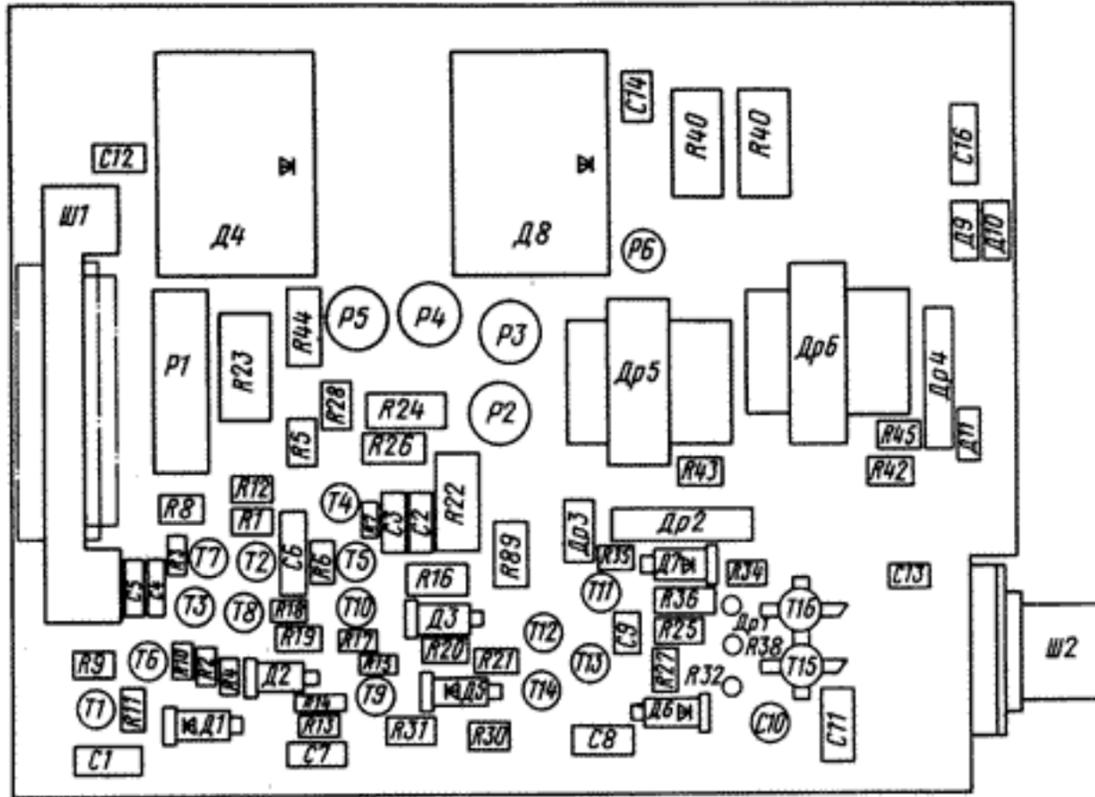
План размещения основных электрических элементов делителя Д1-2



План размещения основных электрических элементов формирователя Ф18

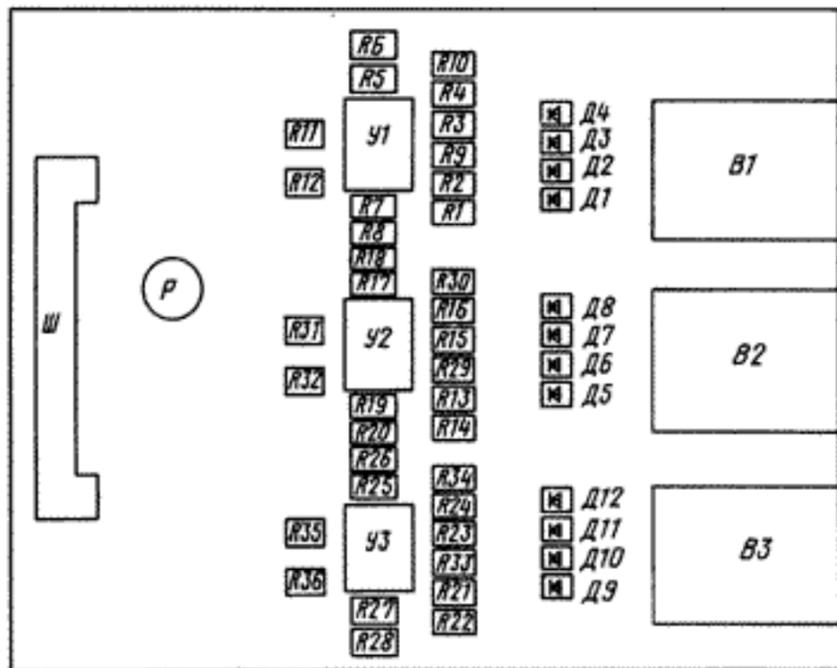


План размещения основных электрических элементов формирователя ФI6

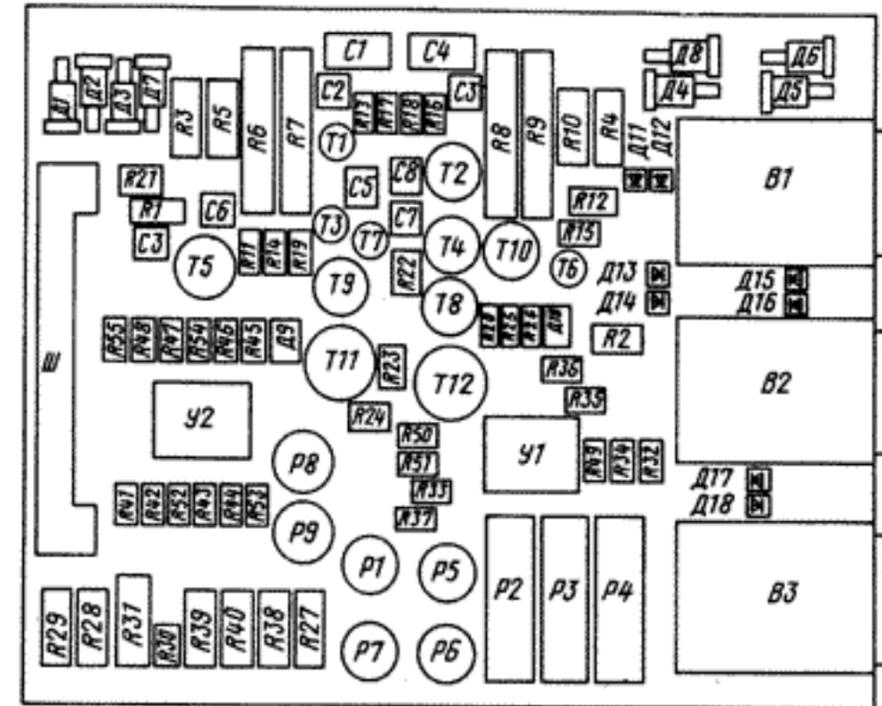


Приложение I7

План размещения основных электрических элементов стабилизатора С5

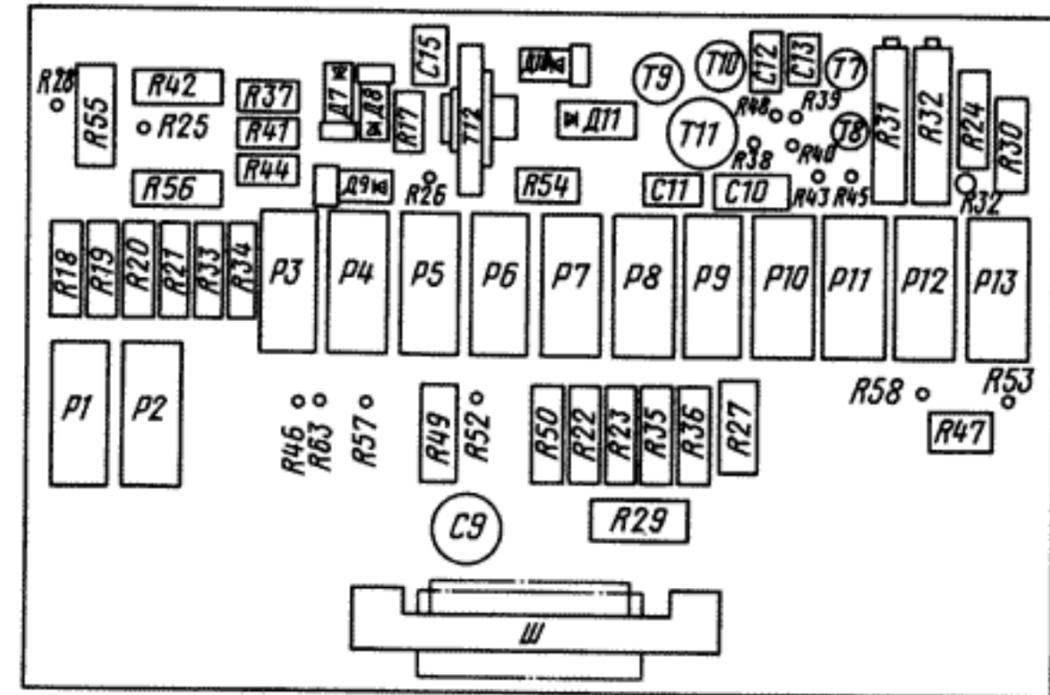


План размещения основных электрических элементов стабилизатора С6

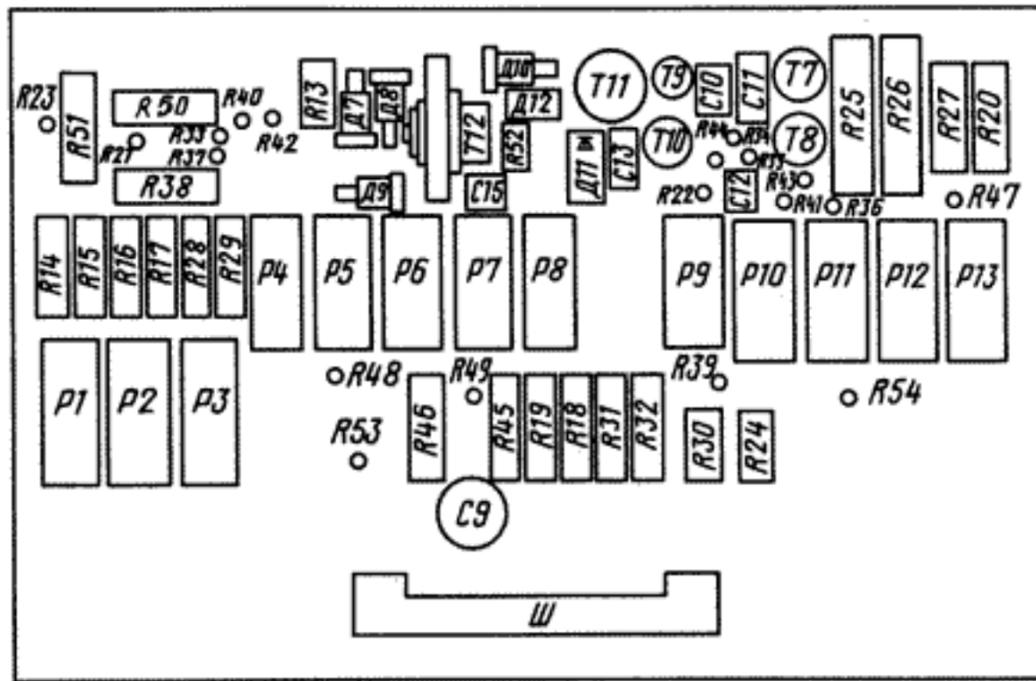


Приложение I9

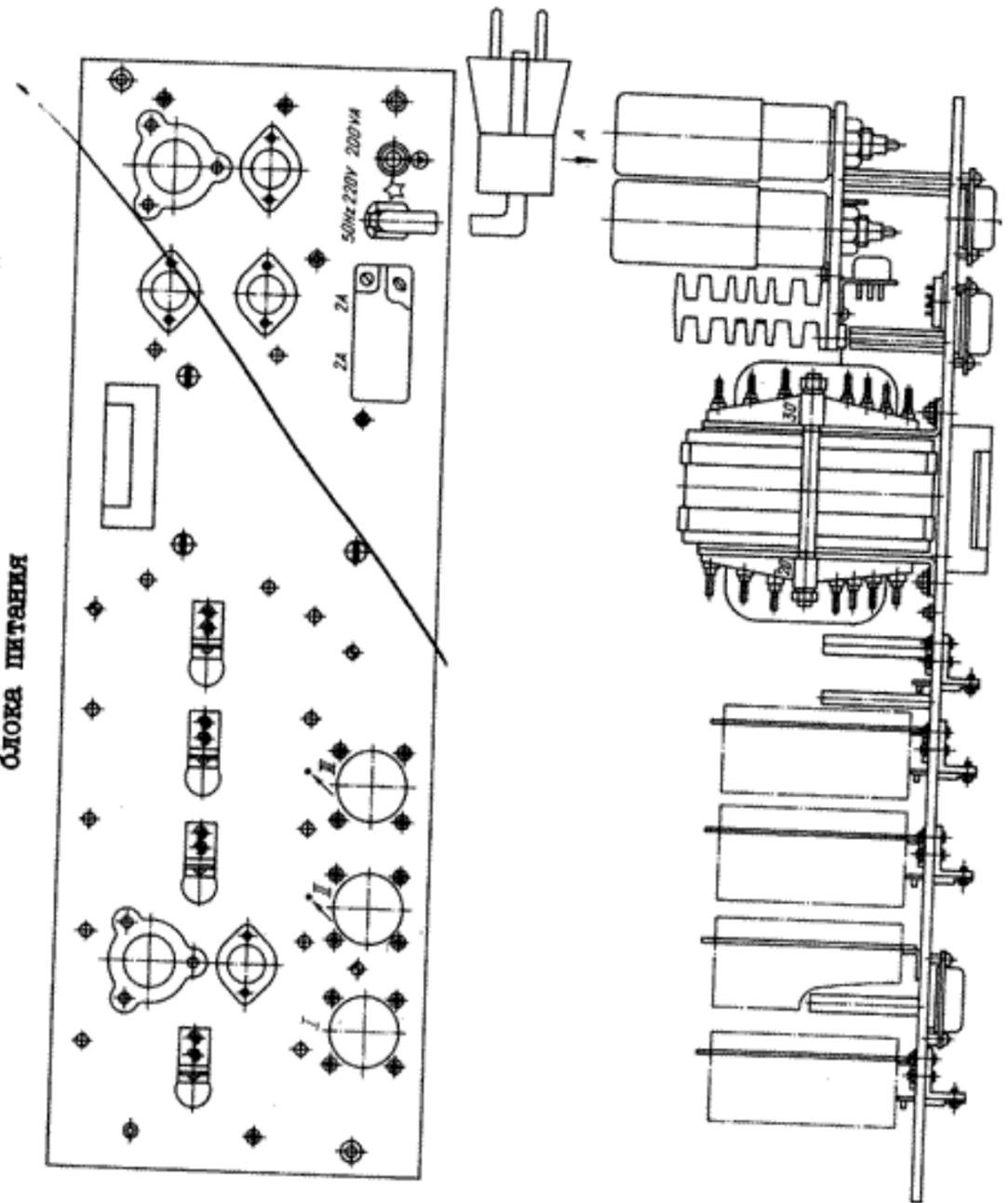
План размещения основных электрических элементов стабилизатора С7



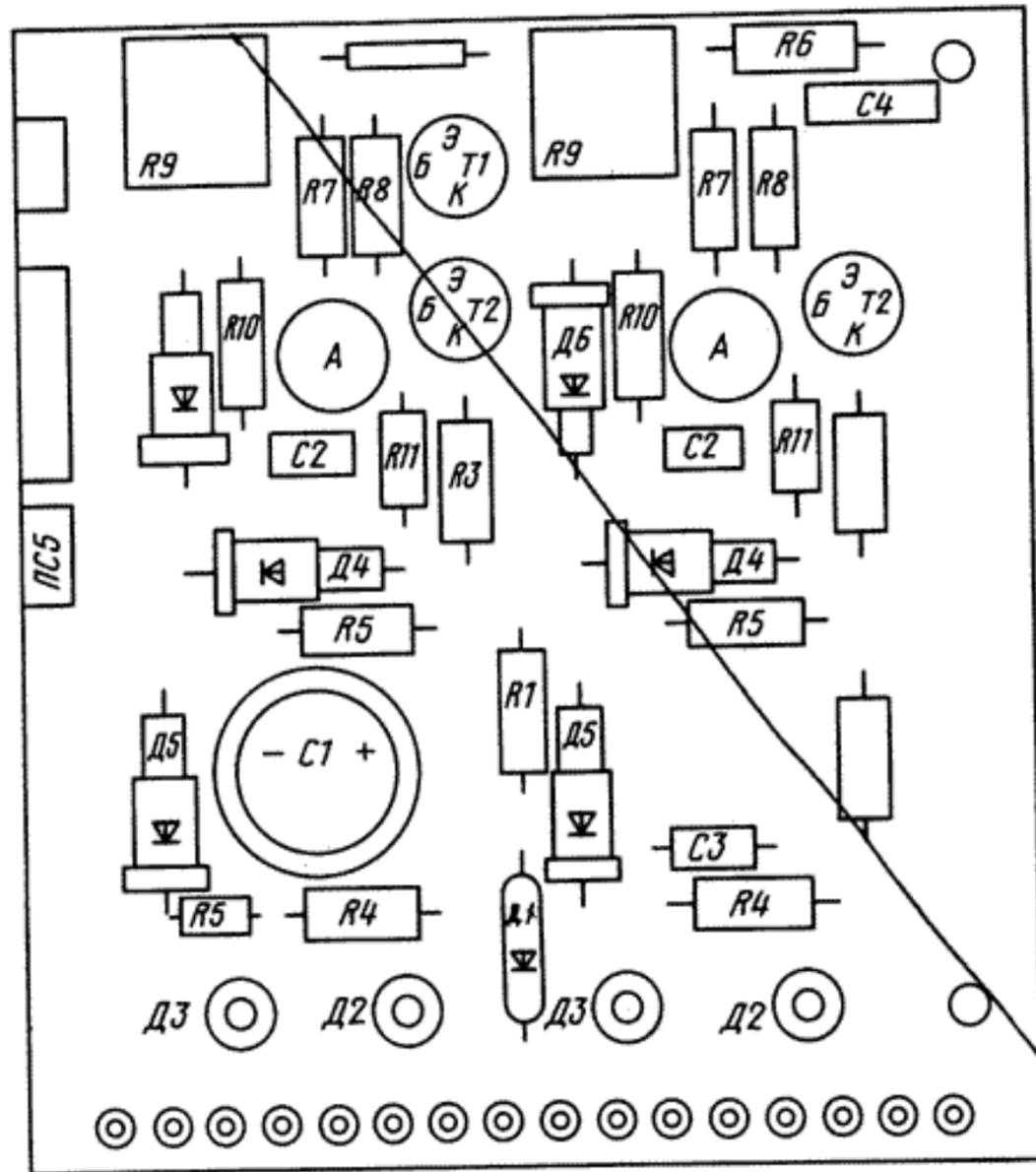
План размещения основных электрических элементов стабилизатора С8-1



План размещения основных электрических элементов блока питания



План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС5



страница
или поз.

наблюдать

стр. 11
рис. 11

... лабораторным прибором

стр. 14
рис. 14

... в поддиапазоне...

стр. 15
рис. 15

... длительности импульсов

стр. 16
рис. 16

... на поддиапазоне...

стр. 17
рис. 17

... выход

стр. 18
рис. 18

... 220 В производится кабелем питания.

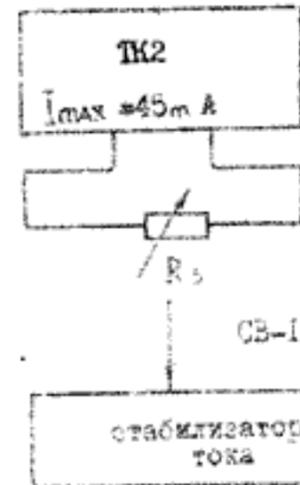
стр. 19
рис. 19

... формирователь

стр. 22
рис. 22

... длительности импульсов...

стр. 45
рис. 23



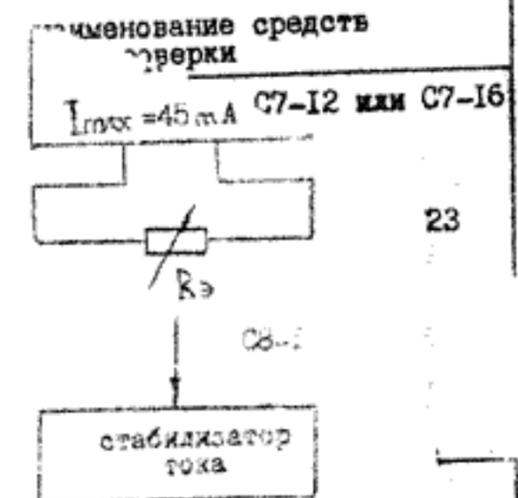
должно быть

№ п/п	выходное напряжение, В
1	+5

вероятная причина

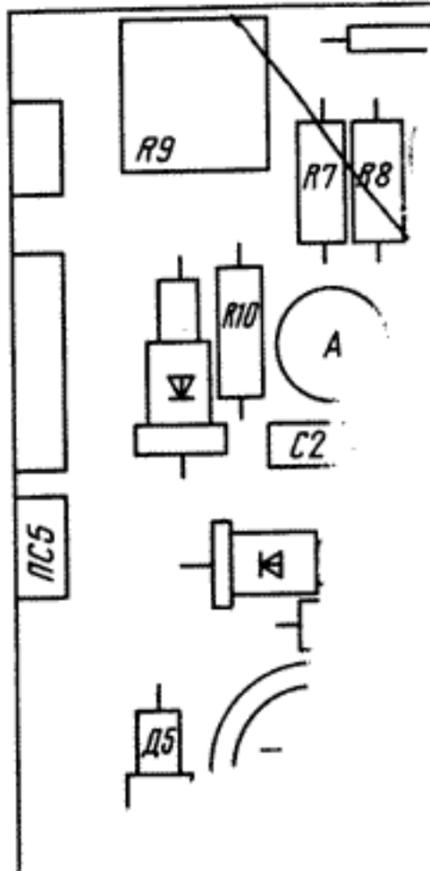
2

... 220 В, 50 Гц,
400 Гц



23

План размещения ос
ста



страница
или поз.

напечатано

должно быть

стр.51
табл.2

№ п/п	выходное напряжение, В
1	±5

№ п/п	выходное напряжение, В
1	+5

стр.59
табл.4

вероятная причина
2
...220 В, 50 Гц, 220 В, 400 Гц

вероятная причина
2
...220 В, 50 Гц, 400 Гц

стр.66
табл.6

наименование средств проверки
осциллограф С7-12
вольтметр цифровой В7-23

наименование средств проверки
осциллограф С7-12 или С7-16
вольтметр цифровой В7-23 или В7-28

стр.67

...Г5-56, Г4-117...

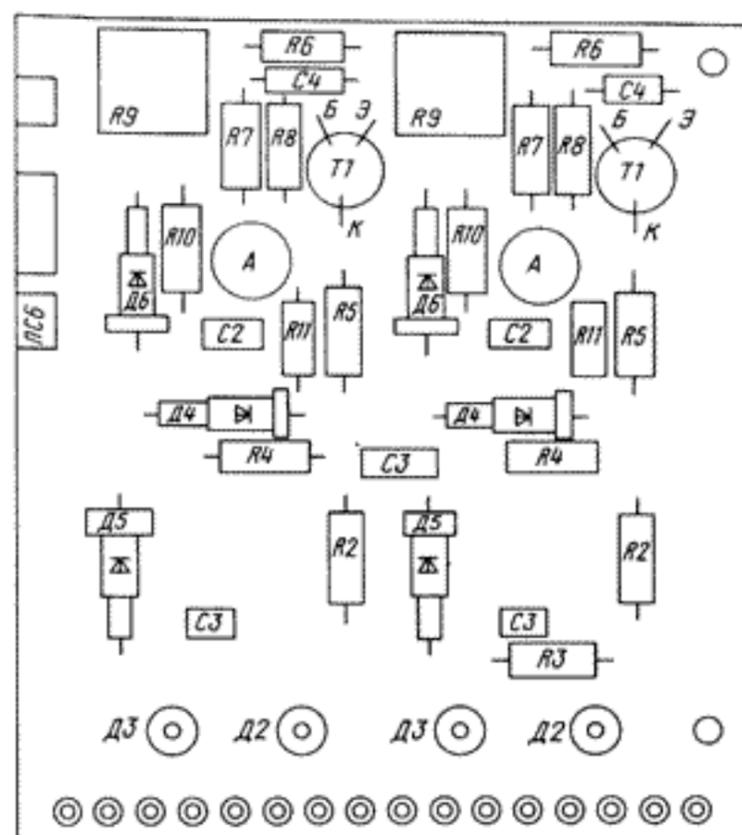
...Г5-66, Г4-117...

стр.81
прилож.2
табл.1

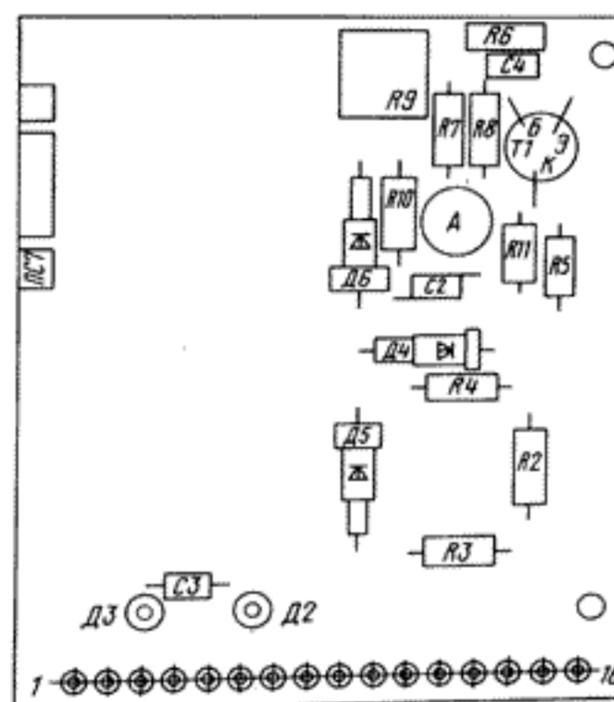
коллектор	
постоянное	переменное
3	4
3,4	1,2 ~

коллектор	
постоянное	переменное
3	4
-3,4	1,2 ~

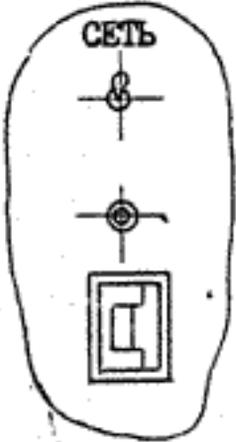
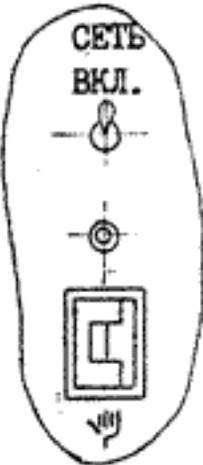
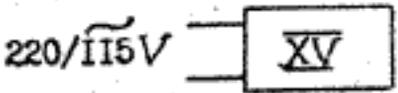
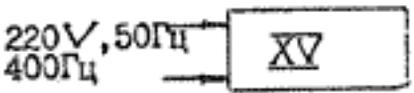
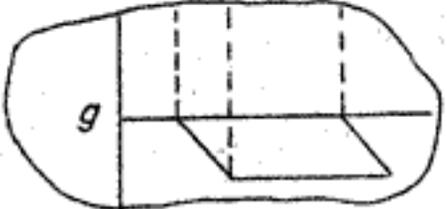
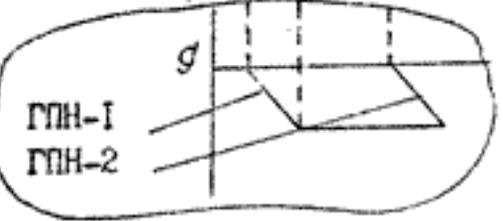
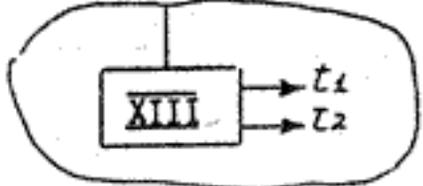
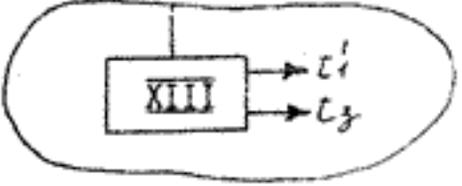
План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС6

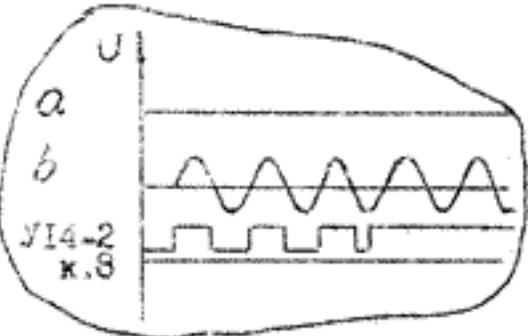
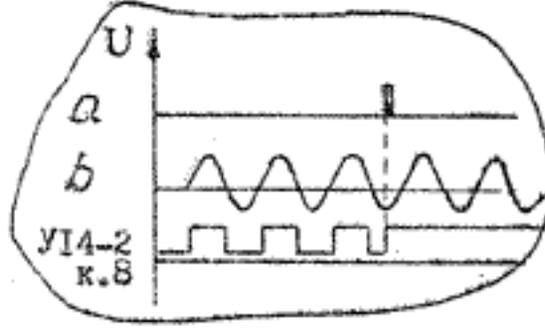
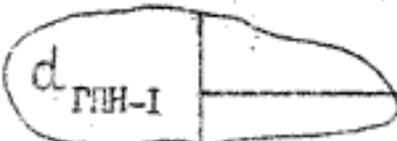
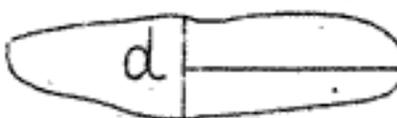
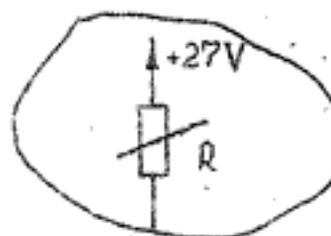
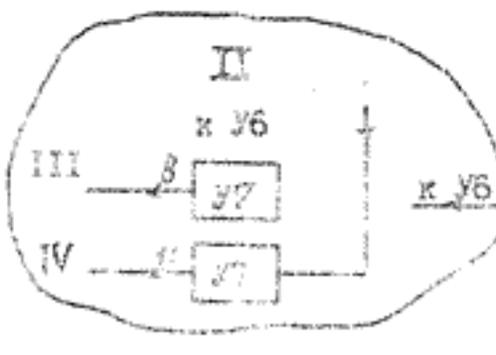


План размещения основных электрических элементов деталей и узлов стабилизатора ПС7

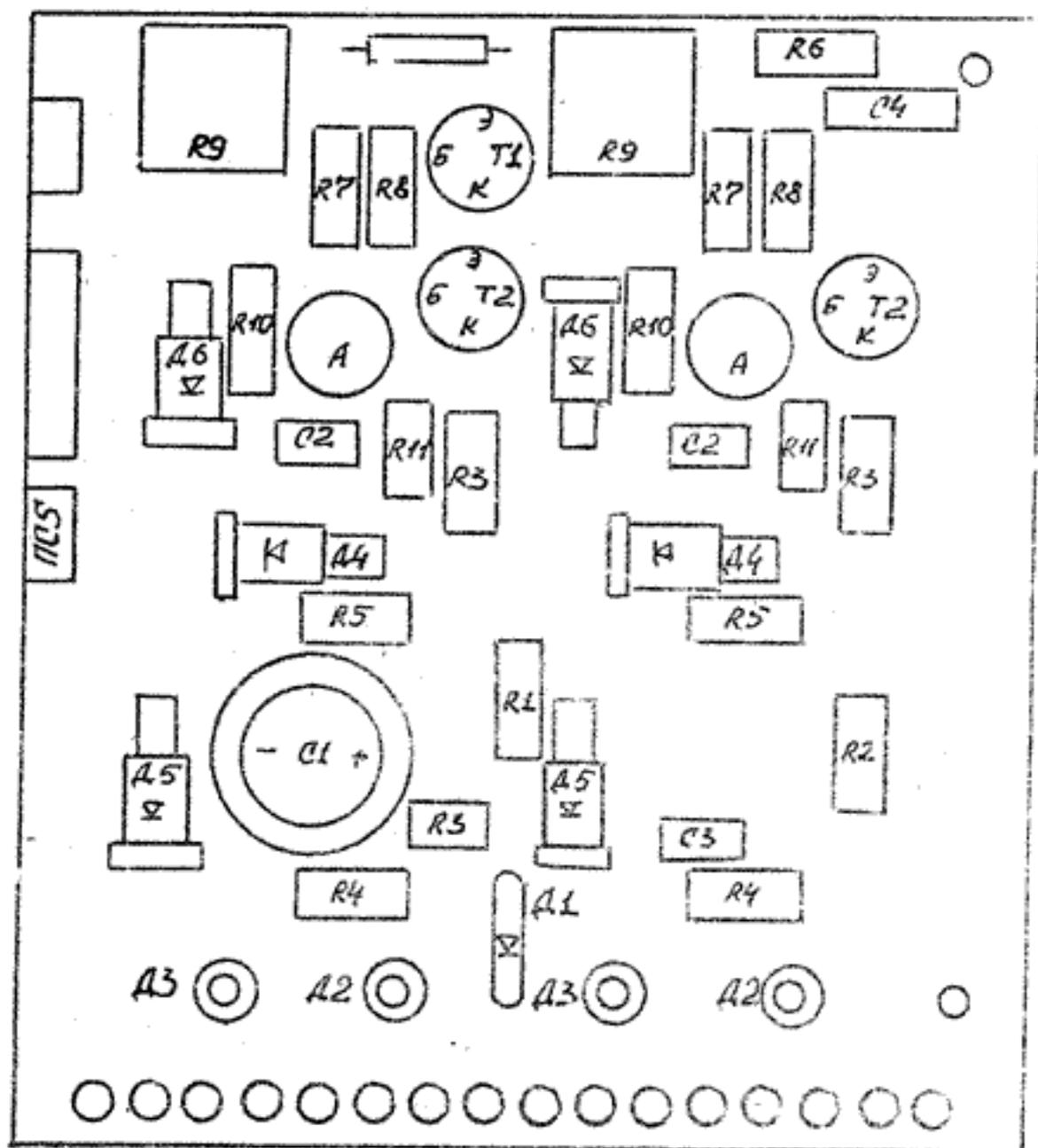


СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В ТО Г5-60

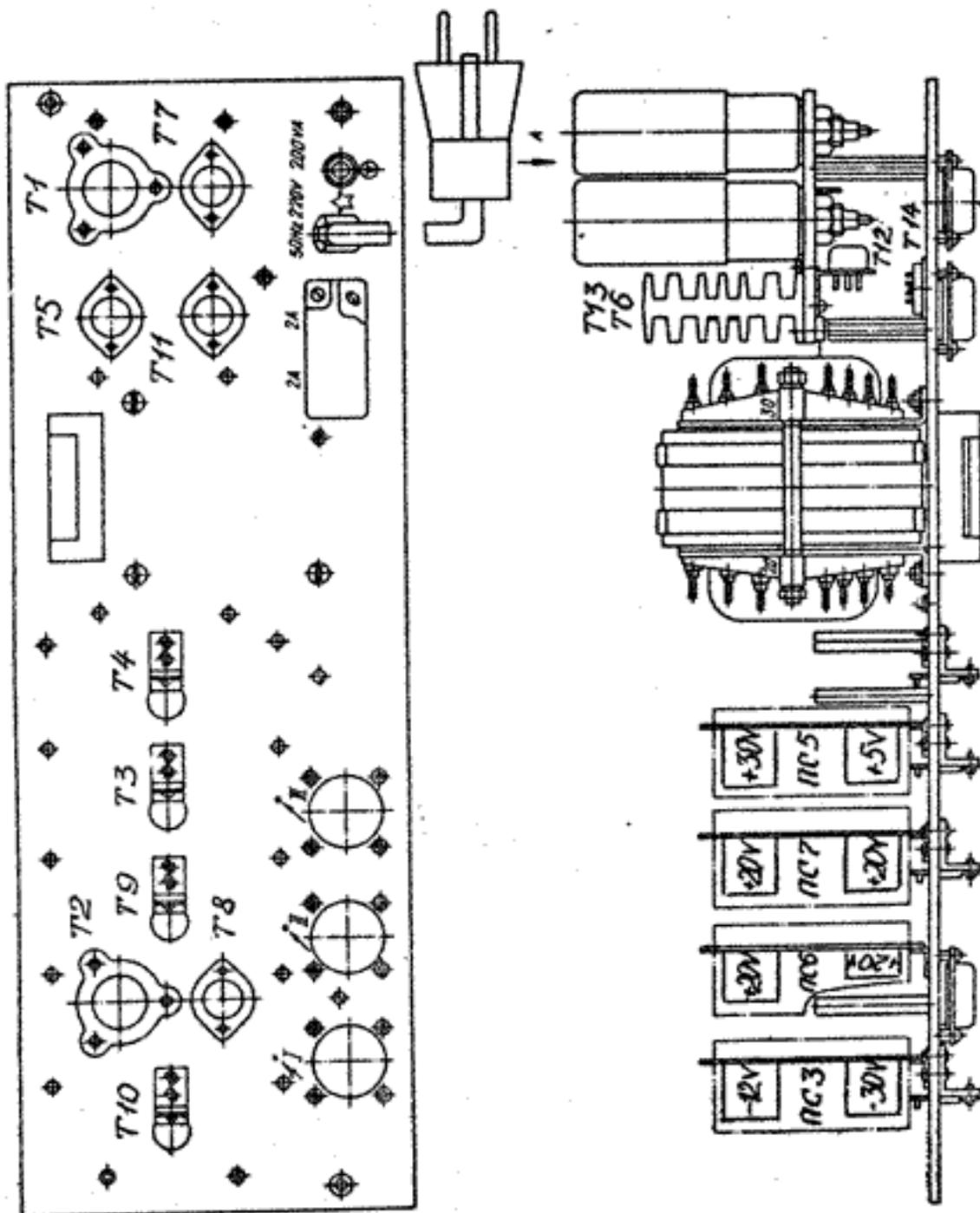
Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
6	Рис.1		
9 II	I0сверху I2сверху I3сверху I6сверху	<p>... N I ...</p> <p>... не менее 3250 ч.</p> <p>... 488x180x480 мм.</p> <p>Средний ресурс не менее 5000ч.</p>	<p>... N · I ...</p> <p>... не менее 5000 ч.</p> <p>... 488x170x480 мм.</p> <p>Средний ресурс не менее 5000</p> <p>Масса прибора с укладочным ящиком не более 50 кг.</p> <p>Масса прибора с транспортной тарой не более 70 кг.</p>
12	I5снизу Рис.2	<p>... ВП1-1 2А ...</p> 	<p>... ВП1-1 2А 250 В</p> 
	IIсверху	<p>... напряжения ...</p>	<p>... напряжений ...</p>
16	Рис.5		
19	Рис.6		

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
20	9 сверху	рык $t_1 \dots$	рык $t'_1 \dots$
27	Рис. 15		
29	11 сверху	... ("КОД ЗАПУСКА АВ") ("КОД ЗАПУСКА АВ") ...
34	1 снизу	...; XI-вход; XII-выход T_1 ;	...; XI-вход T ; XII-выход T'_1 ;
35	1 снизу	...; d-ГПН-I	...; d-ГПН-I; I-интервал неопределенности
Рис. 21			
38	Рис. 23		
9 снизу		...; VII-формирователь сброса;	...; VII-формирователь сброса T_4 ; ...
3 снизу		...; XII-токовый ключ;; XII-токовый ключ; ...
43	Рис. 25		

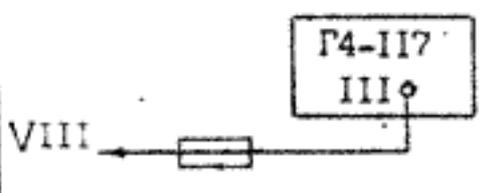
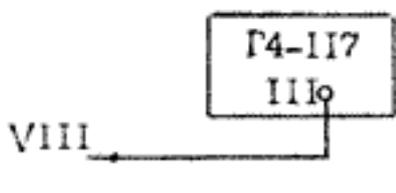
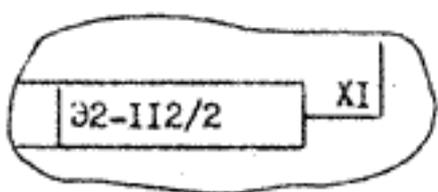
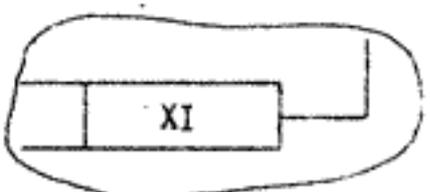
План размещения основных электрических элементов стабилизатора ПС5



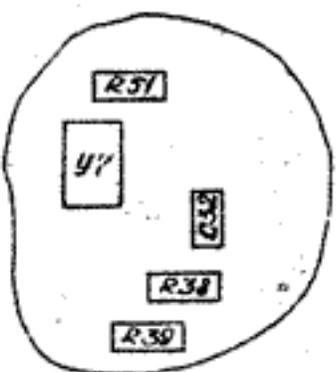
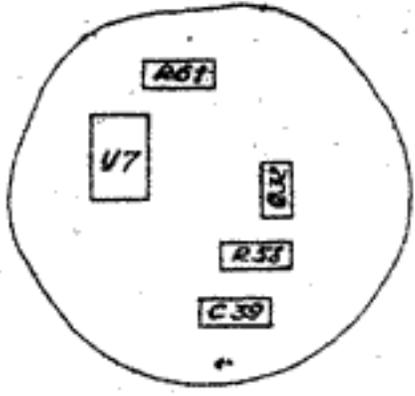
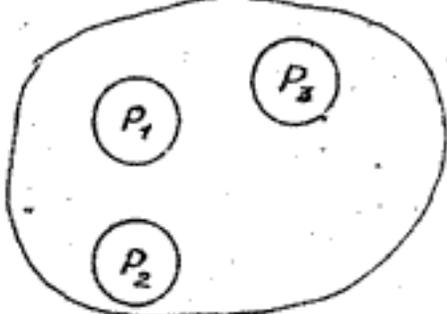
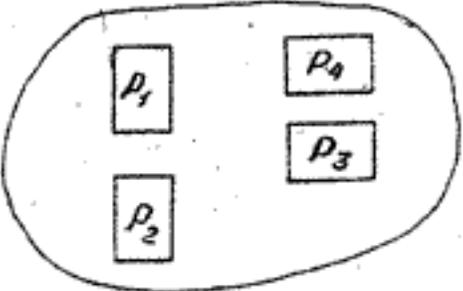
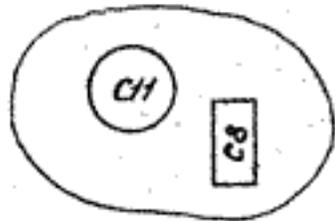
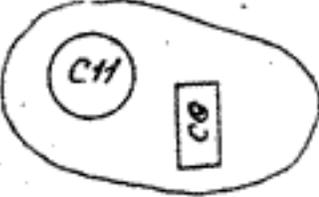
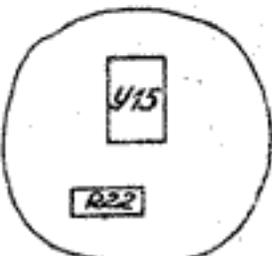
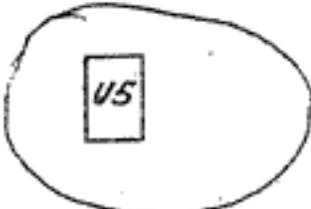
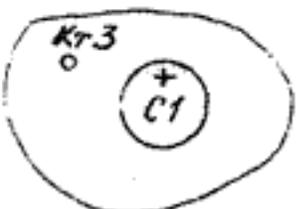
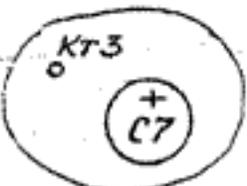
План размещения основных электрических элементов
блока питания

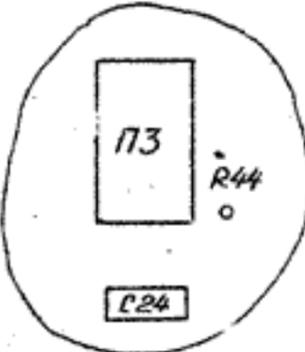
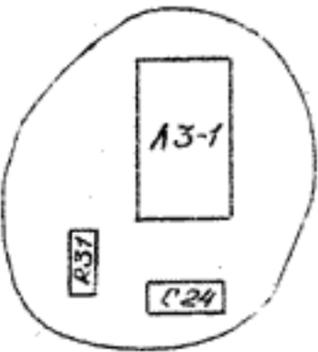
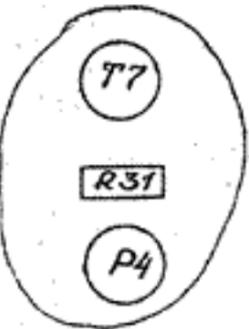
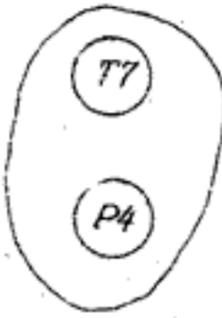
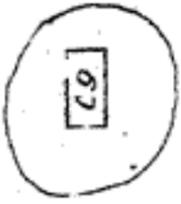
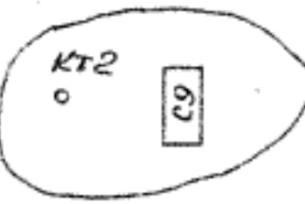
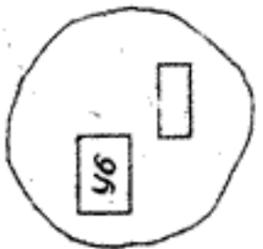
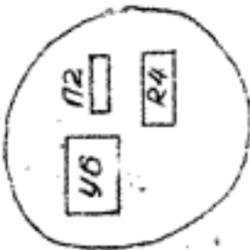
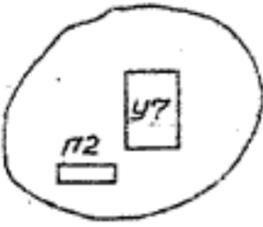
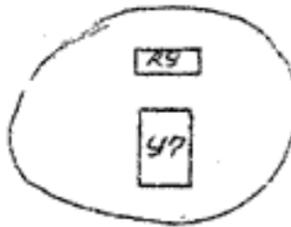


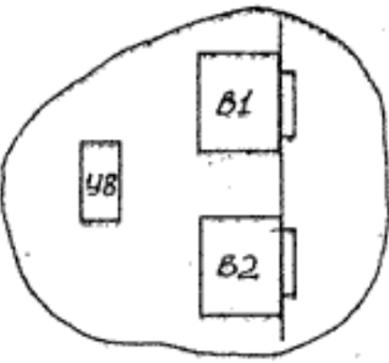
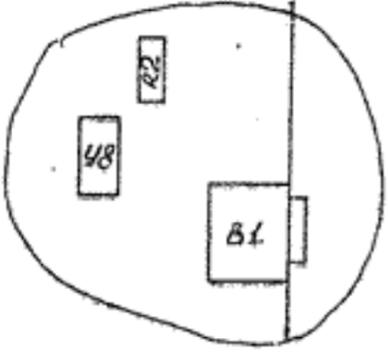
Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть																																				
56	6 сверху	" / "	" / "																																				
59	16 сверху	"I", "II", "III", ...	"/I", "/II", "/III", ...																																				
61	11 сверху	... работе ремонте ...																																				
	8 снизу	ГОСТ 8.042-72 ...	ГОСТ 8.042-83 ...																																				
62	Табл.5	<table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Наименование операций, производимых при поверке</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">2</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Поверяемые отметки</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">3</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">4</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th align="center" colspan="2">Средства поверки</th> </tr> <tr> <td align="center">Образцовые</td> <td align="center">вспомогательные</td> </tr> <tr> <td align="center">5</td> <td align="center">6</td> </tr> </table>	Наименование операций, производимых при поверке		2		Поверяемые отметки		3		Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров		4		Средства поверки		Образцовые	вспомогательные	5	6	<table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Наименование операций</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">2</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Проверяемая отметка</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">3</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td align="center" colspan="2">Допустимое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">4</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th align="center" colspan="2">Средство поверки</th> </tr> <tr> <td align="center">образцовое</td> <td align="center">вспомогательное</td> </tr> <tr> <td align="center">5</td> <td align="center">6</td> </tr> </table>	Наименование операций		2		Проверяемая отметка		3		Допустимое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра		4		Средство поверки		образцовое	вспомогательное	5	6
Наименование операций, производимых при поверке																																							
2																																							
Поверяемые отметки																																							
3																																							
Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров																																							
4																																							
Средства поверки																																							
Образцовые	вспомогательные																																						
5	6																																						
Наименование операций																																							
2																																							
Проверяемая отметка																																							
3																																							
Допустимое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра																																							
4																																							
Средство поверки																																							
образцовое	вспомогательное																																						
5	6																																						
63	2 снизу	<table border="1"> <tr> <td align="center">3</td> </tr> <tr> <td align="center">:</td> </tr> <tr> <td align="center">:</td> </tr> <tr> <td align="center">:</td> </tr> <tr> <td align="center">$\times 0,01 \pm (0,03 U + 10 \text{ мВ})$</td> </tr> </table>	3	:	:	:	$\times 0,01 \pm (0,03 U + 10 \text{ мВ})$	<table border="1"> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">4</td> </tr> <tr> <td align="center">:</td> <td align="center">:</td> </tr> <tr> <td align="center">:</td> <td align="center">:</td> </tr> <tr> <td align="center">:</td> <td align="center">:</td> </tr> <tr> <td align="center">$\times 0,01$</td> <td align="center">$\pm (0,03 U + 10 \text{ мВ})$</td> </tr> </table>	3	4	:	:	:	:	:	:	$\times 0,01$	$\pm (0,03 U + 10 \text{ мВ})$																					
3																																							
:																																							
:																																							
:																																							
$\times 0,01 \pm (0,03 U + 10 \text{ мВ})$																																							
3	4																																						
:	:																																						
:	:																																						
:	:																																						
$\times 0,01$	$\pm (0,03 U + 10 \text{ мВ})$																																						

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть																																										
65	3 снизу I снизу	... соответственно по п.п. 13.4.2.1 ... 13.4.2.10 ... поверки.	... соответственно. ... поверки по п.п.13.4.2.1- 13.4.2.10.																																										
68	Рис.35а																																												
70	3 снизу Рис.36	...; VIII-переход II5/3; ... 	...; VIII-переход II4/3; ... 																																										
71	6 снизу	Рис.37. Схема соединения точках 0, I:	Рис.37. Схема соединения приборов при измерении длительности импульсов в режиме "3":																																										
73	7 сверху	... определяются производится ...																																										
89	Прилож.4	<table border="1" data-bbox="479 1360 883 1649"> <tr><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>I</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>I</td><td></td><td></td></tr> </table>		2		II			I			II			I			<table border="1" data-bbox="1090 1360 1462 1649"> <tr><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>/III</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/III</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/II</td><td></td><td></td></tr> </table>		2		/III			/II			/III			/II														
	2																																												
II																																													
I																																													
II																																													
I																																													
	2																																												
/III																																													
/II																																													
/III																																													
/II																																													
90		<table border="1" data-bbox="479 1709 883 2155"> <tr><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>I</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>I</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>I</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>III</td><td></td><td></td></tr> </table>		2		II			I			II			I			I			III			<table border="1" data-bbox="1090 1709 1462 2155"> <tr><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>/III</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/III</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/II</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>/I</td><td></td><td></td></tr> </table>		2		/III			/II			/III			/II			/II			/I		
	2																																												
II																																													
I																																													
II																																													
I																																													
I																																													
III																																													
	2																																												
/III																																													
/II																																													
/III																																													
/II																																													
/II																																													
/I																																													

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
95	Прилож. I0		
96	Прилож. II		

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
96	Прилож. II		
	Прилож. I2		
			
			
			

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
97	Прилож. I3		
			
			
98	Прилож. I4		
			

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть										
98	прилож. I4												
89	I снизу	<table border="1" data-bbox="1677 895 2203 952"> <tr> <td>I</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> Декада II 27 30	I	2	3	4	5	<table border="1" data-bbox="2245 895 2758 952"> <tr> <td>I</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> Декада II 27 20	I	2	3	4	5
I	2	3	4	5									
I	2	3	4	5									
90	6 снизу	<table border="1" data-bbox="1677 1077 2203 1134"> <tr> <td>I</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> "X(0, I; I; I0)" 5 5	I	2	3	4	5	<table border="1" data-bbox="2245 1077 2758 1134"> <tr> <td>I</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> "X(0, I; I; I0)" 5 4	I	2	3	4	5
I	2	3	4	5									
I	2	3	4	5									

Листы I03, I04 заменены новой редакцией.